

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**21. YÜZYIL MİMARLIĞINDA BİYO-DİJİTAL TASARIMLA FORM ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MİMAR-İÇ MİMAR AYŞEGÜL ÇELENK**

**OCAK 2020  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**21.YÜZYIL MİMARLIĞINDA BİYO-DİJİTAL  
TASARIMLA FORM ANALİZİ**

**Mimar- İç Mimar Ayşegül ÇELENK**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"YÜKSEK MİMAR"**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20/12/2019**

**Tezin Savunma Tarihi :10/01/2020**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Cengiz TAVŞAN**

**Trabzon2020**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Mimarlık Anabilim Dalında  
Ayşegül ÇELENK Tarafından Hazırlanan**

**21. YÜZYIL MİMARLIĞINDA BİYO-DİJİTAL TASARIMLA FORM ANALİZİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24/ 12/2019 gün ve 1833 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Nilgün KULOĞLU**

**Üye : Doç. Dr. Cengiz TAVŞAN**

**Üye : Doç. Dr. Zehra EMİNAĞAOĞLU**



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“21. Yüzyıl Mimarlığında Biyo-Dijital Tasarımla Form Analizi” isimli tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tezin hazırlanmasında çalışmamı yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Cengiz TAVŞAN’a; önemli görüşleriyle tezime destek olan Doç. Dr. Filiz OVALI TAVŞAN’a ve Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI’ya yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın her anında bana destek olan annem Nuray ÇELENK’e, her zor zamanımda fikirleriyle bana ışık tutan babam Coşkun ÇELENK’e, desteklerinden dolayı ablam Meryem SÜRMEEN ve eniştem Erdem SÜRMEEN’e ve düşünceleriyle her adımda yanımda olan kardeşim Burak ÇELENK’e sonsuz teşekkür ediyorum.

Ayşegül ÇELENK

Trabzon, 2020

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “21. Yüzyıl Mimarlığında Biyo-Dijital Tasarımla Form Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Cengiz TAVŞAN sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 10.01.2020

Ayşegül ÇELENK

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ .....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİL DİZİNİ .....	IX
TABLolar (ÇİZELGELER) DİZİNİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.1.1. Problemin Tanıtılması .....	1
1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	3
1.2. Literatür Taraması .....	5
1.3. 21. Yüzyıl Mimarlığı ve Form .....	5
1.3.1. 21. Yüzyıl Mimarlığı ve Doğa İlişkisi .....	8
1.3.1.1. Doğaya Dayalı Tasarım: Sürdürülebilirlik .....	11
1.3.1.2. Doğayı Taklit Etme: Biyolojik Tasarım .....	13
1.3.2. 21. Yüzyıl Mimarlığı ve Teknoloji İlişkisi .....	16
1.3.2.1. Doğadan Esinlenen Üretken Sistemler: Dijital Tasarım .....	18
1.3.2.2. Dijital Tasarım Tanımı .....	19
1.3.2.3. Dijital Tasarımın Gelişimi .....	20
1.3.2.4. Dijital Tasarım Yöntemleri .....	22
1.3.2.4.1. Parametrik Tasarım .....	23
1.3.2.4.2. L Sistemler .....	25
1.3.2.4.3. Fraktal Sistemler .....	27
1.3.2.4.4. Biçim Gramerleri .....	29
1.3.2.4.5. Hücresel Özdevinir .....	31
1.3.2.4.6. Karmaşık Sistemler, Öz- Örgütlenme .....	33
1.3.2.4.7. Evrime Dayalı Üretken Sistemler .....	36
1.3.2.4.8. Performansa Dayalı Tasarım .....	38

1.3.2.4.9.	Animasyon Tekniğiyle Tasarım .....	41
1.3.3.	21. Yüzyıl Mimarlığında Biyo-Dijital Tasarım .....	46
1.3.3.1.	Biyo-Dijital Tasarım Tanımı .....	47
1.3.3.2.	Biyo- Dijital Tasarım Yaklaşımında Tasarım Kararları .....	51
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	69
2.1.	Araştırma Yöntem ve Teknikleri .....	69
2.2.	Analiz Tablosunun Kriterlerinin Tanıtılması .....	72
2.3.	Analiz Tablosunun Hazırlanması .....	81
2.4.	Örneklem Grubunun Seçimi ve Belirlenmesi .....	84
2.4.1.	Bitkisel Sistem Örnekleri .....	85
2.4.2.	Hayvansal Sistem Örnekleri .....	90
2.4.3.	Topografik Sistem Örnekleri .....	95
2.4.4.	Genetik Sistem Örnekleri .....	100
3.	BULGULAR .....	105
4.	İRDELEME .....	170
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	185
6.	KAYNAKLAR .....	190
7.	EKLER .....	203

## ÖZGEÇMİŞ

**ÖZET**

**21. YÜZYIL MİMARLIĞINDA BİYO-DİJİTAL TASARIMLA FORM ANALİZİ**

Ayşegül ÇELENK  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mimarlık Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Cengiz TAVŞAN  
2020, 222 Sayfa, 8 Sayfa Ek

Dijital çağın gelişmesiyle ortaya çıkan birçok yeni arayış, insan yaşamını kolaylaştırmak, daha olumlu şartlarda yaşam imkanı sağlamak ve doğayı korumak gibi geleceğe yönelik adımlar atmaya yöneliktir. Mimarlık disiplini de bu arayışlar içerisinde yenilikçi yaklaşımları tasarım sürecine dahil ederek var olan ve öngörülen problemlere cevap aramayı hedefler. Bu süreçte ortaya atılan birçok kavramlardan biri olan Biyo-Dijital Tasarım; doğadan beslenerek ve dijital tasarım düşünce sistemi kullanarak form, malzeme, işlev, üretim ve tasarım biçimlerinde yeni arayışlar içerisindedir.

21. yüzyıl mimarlığı ve geleceğe yönelik tasarlanan örnekler incelenen bu tez çalışmasında; bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik organizma sistemlerine ait 8'er örnek incelenerek toplam 32 tane örnek karşılaştırma yapılmıştır. Biyo-Dijital tasarımın günümüz ve geleceğe yönelik ne gibi sorunlara cevap olabileceği ve ne tarz yenilikler içerisinde olunabileceğini belirlemek adına, incelenen örnekleri biyolojik, dijital, kavramsal ve form tasarım kararları ile analizler yaparak elde edilen verilerin ne gibi ilişkilerinin olduğunu açıklamak amaçındadır. Tez çalışması; Biyo-Dijital tasarımla ilişkili başlıklarıyla ilgili tanımlamalar ve açıklamaların olduğu literatür taramaları Genel Bilgilerde yer verilmiştir. Yapılan çalışmalarda ise; tasarım kararlarına ait kriterler detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Elde edilen veriler analiz tablolarıyla karşılaştırılmış ve bulgular, yoğunluk derecelerini belirlemek için örneklem grupları karşılaştırmalı bir şekilde irdelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında biyo-dijital tasarımlara ait sonuç ve öneriler ifade edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyolojik tasarım, Dijital tasarım, Form, Biyo-Dijital tasarım, Gelecek mimarisi



Master Thesis

## SUMMARY

### FORM ANALYSIS IN BIO-DIGITAL DESIGN IN 21st CENTURY ARCHITECTURE

Ayşegül ÇELENK

Karadeniz Technical University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Architecture

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cengiz TAVŞAN

2020, 222 Page, 8 Ek Page Appendix

Many new quests that emerge with the development of the digital age are aimed at taking future steps, such as facilitating human life, enabling life in more favorable conditions, and protecting nature. Architecture discipline aims to find answers to existing and foreseen problems by including innovative approaches in the design process. Bio-Digital Design, one of the many concepts put forward in this process; It is in search of new forms in form, material, function, production and design by feeding from nature and using digital design thinking system.

In this thesis study, 21st century architecture and examples designed for the future are examined; 8 samples of herbal, animal, topographic and genetic organism systems were examined and compared with a total of 32 samples. In order to determine what problems bio-digital design can respond to today and tomorrow and what kind of innovations it can be, it aims to explain the relationship between the data obtained by analyzing the analyzed samples with biological, digital, conceptual and form design decisions. Thesis; Literature searches with definitions and explanations about titles related to Bio-Digital design are included in General Information. In the studies carried out; The criteria for design decisions are explained in detail. The data obtained were compared with the analysis tables and the findings were analyzed comparatively in order to determine the density levels. In the light of the data obtained, the results and suggestions of bio-digital designs are expressed.

**Key Words:** Biological design, Digital design, Form, Bio-Digital design, Future architecture

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. Çalışma strüktürü .....	4
Şekil 2. Uçan Kuş .....	9
Şekil 3. Calatrava'nın Kuştan Esinlenerek Tasarladığı Yapı .....	9
Şekil 4. Örümcek Ağı .....	10
Şekil 5. Münih Olimpiyat Stadyumu .....	10
Şekil 6. Mısır ve Mısırın Tanelerinin Birleşimini Taklit Ederek Yapılan Bina .....	13
Şekil 7. Akantus Yaprağı .....	13
Şekil 8. Korint Başlığı.....	13
Şekil 9. ICD/ITKE Research Pavilion 2016-17 .....	15
Şekil 10. VEBB Piramidi .....	16
Şekil 11. Dijital Sistemlerde Data Verilerinin Forma Yansıması .....	21
Şekil 12. Sıvı Mimarinin Form Üzerindeki Etkisi .....	21
Şekil 13. Guggenheim Müzesi Şekil 14. RIBA Ödülü 2013 .....	22
Şekil 14. RIBA Ödülü 2013 .....	22
Şekil 15. Sagrada Familia Kilisesi Genel Görünüş.....	24
Şekil 16. Sagrada Familia Kilisesi İç Mekan .....	24
Şekil 17. Koch adasının turtle grafik olarak yeniden üretilmesi .....	25
Şekil 18. Alt sistemli parametrik L-sistem .....	26
Şekil 19. Üç modüler yaprak kullanılarak yapılan L-sistem.....	26
Şekil 20. Dört aşamalı bir Koch Eğrisi .....	27
Şekil 21. Şangay için HDD_FUN tarafından tasarlanan pavyon.....	28
Şekil 22. Arik Leyv'nin fraktal sistem kullanarak tasarlanmış olduğu "Fraktal Bulut" isimli aydınlatma çalışması .....	28
Şekil 23. Biçim gramerlerinde biçimlerin bir araya gelmesinde kurallar kümesi bulunmaktadır.....	29
Şekil 24. Kurallara sahip olan biçim gramerlerinde farklı kompozisyonlar oluşabilmektedir .....	30
Şekil 25. Cecile Balmond'un Element adlı kitabından gül çiçeğinin geometrik yapısı.....	30
Şekil 26. Üç boyutlu geliştirilen model.....	31
Şekil 27. Hücresel Özdevinime ait örneğin büyüme örneğinin aşamalı anlatımı .....	32
Şekil 28. Büyüme aşamanın 3 boyutlu çizimi.....	33
Şekil 29. Karmaşık sistemlere ait örnek.....	34
Şekil 30. Catalyst Hexshel projesi.....	35

Şekil 31. Termit Yuvası ve Harare Eastgate Center.....	35
Şekil 32. Nagasaka'nın Evrimsel Sistemlerde Matrix Tanımı.....	37
Şekil 33. Nine Mutations, Ribbed Branched Structure .....	37
Şekil 34. GLA Projesi .....	40
Şekil 35. Aegis Hyposurface Prototipi .....	40
Şekil 36. NSA Muscle Sensor Modülü .....	41
Şekil 37. Lynn Studio/ Ben James tarafından tasarlanan yapıya elde edilen verilerin tasarım süreci içerisindeki kullanımı.....	42
Şekil 38. Lynn Studio/ Ben James tarafından tasarlanan yapıya elde edilen verilerin tasarıma uygulama aşamaları .....	43
Şekil 39. Greg Lynn'ın New York'taki otobüs durakları için tasarlamış olduğu projelerin animasyon tekniği ile oluşturulma aşamaları .....	44
Şekil 40. Merging Cinema with Architecture .....	45
Şekil 41. Presbyterian Kilisesi .....	45
Şekil 42. Biyo-Dijital tasarımın diğer akımlarla ilişkisi .....	48
Şekil 43. Estevez'in Biyo-Dijital tasarımla ilgili büyüme temelli görselleri .....	48
Şekil 44. Stuttgart Üniversitesi'nin üretmiş olduğu Buga Fibre Pavilion.....	49
Şekil 45. Dollens'in yaprak formunun evrimleşme sürecinin grafiksel anlatımı.....	51
Şekil 46. Xfrog analiz programı ile bitkisel dokuların dijital ortamda gelişim sürenin incelenmesi .....	52
Şekil 47. Balmond'un topografik sistemlerle ilgili görselleri .....	53
Şekil 48. Vlasov'un Topografik temalı tasarımı .....	54
Şekil 49. Striking Architectural Concepts, Roman Vlasov .....	54
Şekil 50. Bitkisel Dokular .....	55
Şekil 51. Da Vinci'nin Keş Kanatları Çizimi.....	56
Şekil 52. Tasarladığı Makine .....	56
Şekil 53. Örümcek Ağı.....	57
Şekil 54. Koza .....	57
Şekil 55. Deniz Kabuğundan Esinlenen Shi Ling Köprüsü .....	57
Şekil 56. Balmond'un genetik sistemler örneği .....	58
Şekil 57. Hücre Anatomisi .....	58
Şekil 58. "Bulut-ev", Fujimoto .....	59
Şekil 59. Competition for a Virtual House 1997. Peter Eisenman.....	62
Şekil 60. Aegis Hipos Yüzey, Mark Goulthorpe ve dECOi.....	62
Şekil 61. Conifera.....	66

## TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Araştırma Modeli .....	71
Tablo 2. Örneklem Grubunun Analiz Tablosu .....	83
Tablo 3. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Biyolojik Sistem Grubu Tasarım Bilgileri.....	86
Tablo 4. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Hayvansal Sistem Grubu Tasarım Bilgileri.....	91
Tablo 5. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Topografik Sistem Grubu Tasarım Bilgileri.....	96
Tablo 6. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Genetik Sistem Grubu Tasarım Bilgileri.....	101
Tablo 7. Biodigital Barcelona Skyscraper analiz tablosu .....	106
Tablo 8. Fourteen Story Tree Tower analiz tablosu.....	108
Tablo 9. Pod Hotel analiz tablosu .....	110
Tablo10. Music Pavilion analiz tablosu .....	112
Tablo 11. Biodigital Pavilion-2 analiz tablosu.....	114
Tablo 12. Manhattan of The Desert analiz tablosu .....	116
Tablo 13. Lotus Skyscraper analiz tablosu.....	118
Tablo 14. Bioclad analiz tablosu .....	120
Tablo 15. Floransa Mimarlık Okulu analiz tablosu.....	122
Tablo 16. H.O.R.T.U.S. XL analiz tablosu .....	124
Tablo 17. The Silk Pavilion analiz tablosu .....	126
Tablo 18. Lumen analiz tablosu .....	128
Tablo 19. Biodigital System Pavilion analiz tablosu .....	130
Tablo 20. Xenoderma analiz tablosu.....	132
Tablo 21. Jellyfish Skyscraper analiz tablosu .....	134
Tablo 22. Fiberbots analiz tablosu .....	136
Tablo 23. Sven analiz tablosu .....	138
Tablo 24. Surfacetension analiz tablosu.....	140
Tablo 25. Mountain Band-Aid analiz tablosu .....	142
Tablo 26. Waterfall Skyscraper analiz tablosu.....	144
Tablo 27. Glaciology Merkezi analiz tablosu .....	146
Tablo 28. Oxymoron Skyscraper analiz tablosu .....	148
Tablo 29. Memorials of Waste analiz tablosu.....	150
Tablo 30. Digital Grotesque II analiz tablosu .....	152

Tablo 31. Biodigital Barcelona Pavilion-I analiz tablosu .....	154
Tablo 32. Future House analiz tablosu.....	156
Tablo 33. Dancing Water Pavilion analiz tablosu.....	158
Tablo 34. Biodigital Chair analiz tablosu.....	160
Tablo 35. Neuron Pod analiz tablosu .....	162
Tablo 36. New Gateway Structure analiz tablosu .....	164
Tablo 37. Cellular Structures analiz tablosu .....	166
Tablo 38. Biochemica: The Living City analiz tablosu .....	168
Tablo 39. Davranış Düzeyi Kriterlerinin Organizma Türlerine göre Değerlendirilmesi.....	173
Tablo 40. Dijital Tasarım Kararlarının Organizma Türlerine göre Form Üzerinde Etkisinin İrdeleme Tablosu .....	177
Tablo 41. Kavramsal Tasarım Kararlarının Organizma Türlerine göre Form Üzerinde Etkisinin İrdeleme Tablosu.....	179
Tablo 42. Form Tasarım Kararlarının Organizma Türlerine göre Form Üzerinde Etkisinin İrdeleme Tablosu .....	183

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1.Giriş

### 1.1.1. Problemin Tanıtılması

Geçmişten günümüze olan süreçte gelişen dünya pek çok değişikliğe uğramıştır. Yaşamı oluşturan değerler yok olmaya başlarken, insan, doğa ve teknoloji ilişkisi sorgulanmaya başlamıştır. Doğanın bozulması, doğal kaynakların azalmaya başlaması ve yaşam için artan negatif koşullar yeni arayışlar ve çözümlere yöneltmiştir. Yaşam için gerekli olan etmenlerin yok olmasına neden olan temel faktörün, doğanın bozulması ve canlı döngülerinin değişmesi olduğu görülmektedir. Oysa doğa, yaşam için tüm gerekli koşulları sağlamakta ve incelendiğinde doğanın her parçasının önemli bir rol üstlendiği görülmektedir.

Zaman içerisinde gelişen toplumlarda oluşan negatif etkilerin yanında teknolojinin de gelişmesi hem pozitif hem de negatif etkileri doğurmuştur. Günümüzde ise artık bazı gelişmeleri gelecekteki ve günümüzdeki yaşam koşullarını iyileştirme ve geliştirmeye yöneliktir. Birçok araştırmacının yapmış olduğu araştırmalar da doğa ile teknoloji ilişkisinin önemini daha da çok vurgulamaktadır.

Gelişen teknoloji ve doğa bilincinin mimarideki yansıması kavramsal olgular ve farklı formların ortaya çıktığı birçok çalışma üzerinde görülmektedir. Doğanın sunmuş olduğu biyolojik ve fizyolojik özelliklerin günümüzde teknoloji sayesinde analiz yaparak incelenmesi ve mimariye yansıtılması ile ilgili karşılaştırmalı analiz yapılması tasarımın amacıdır.

Geleceğe yönelik yapılacak olan çalışmalarda bu problemlerin giderilmesi ve sürdürülebilir yaşamın sağlanabilmesi için mimari çözümleri dijital ortamda maksimum verim elde edecek şekilde alternatif tasarımlar oluşturulmaktadır. Bu bağlamda çevreye zarar vermeden, esnek çözümlerin oluşturulabilmesi için biyo-dijital tasarım önemli bir yer tutmaktadır. Aynı zamanda malzeme, yapım teknikleri ve analiz yöntemlerinin

çeşitlenmesi ile de mimari çözümlere zenginlik katmaktadır. Biyo-dijital tasarım, bu sebeple gerekli ve geliştirilebilir bir tasarım çeşidi olmaktadır.

Biyo-dijital tasarıma yönelik bilimsel ve teknolojik çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle yapım teknikleri üzerine robotik yazılımlar, 3 boyutlu yazıcılar ve bilgisayar programları üretilmektedir. Uluslararası çalışmalarda geleceğe yönelik projeler için önemli bir konu olmaktadır. Bu yaklaşım, mimari tasarımda form anlayışına farklı bir bakış açısı kazandıran ve üretim tekniklerini geliştirme konusunda alternatif çözümler için imkan sağlayan yeni bir alandır.

Bu araştırmalar esnasında formun hangi teknoloji ve gelişimlere bağlı değiştiğini anlayabilmek ve forma yönelik çeşitli çözümler yapabilmek için somut veriler ortaya konmaktadır. Mimari tasarım sürecinde bu değerlendirmeler göz önüne alındığında hangi ilkeler kullanıldığı yönündeki çalışmalar araştırmacının temelini oluşturmaktadır.

Mimari yaklaşımları incelemek için tasarlanmış mimari projelerin form oluşumu ve çözümlenmeleri yapılarak; hangi biyolojik özellik ve dijital görselleştirme ve analiz araçları kullanıldığı irdelenip, mimari tasarım süreci içerisindeki ilişkileri araştırılacaktır.

Bu çalışmada tespit edilen soruna bağlı olarak, tez çalışmasında izlenecek adım aşağıdaki gibidir:

1. 21. Yüzyıl mimarlığı ve Biyo-dijital tasarım hakkında literatür taraması yapmak,
2. Elde edilen bilgiler doğrultusunda mimari tasarım projeleri üzerinde formun gelişimi ve hangi parametrelerden etkilendiğinin incelenmesi,
3. Toplanan verilerin üç temel başlık olan “biyo”, “dijital” ve “mimarlık” başlıkları altında ana tablolar oluşturulması,
4. Örneklem grubu içerisinde; biyolojik, dijital, formal ve kavramsal tasarım kararları başlıkları altında örnekler incelenerek, tablolaştırılıp karşılaştırılması,
5. Nitel araştırma yöntemi ile analiz tabloları görsel verilere göre analiz edilmesidir.

Bu adımlar doğrultusunda araştırmada, mimari formun 21. Yüzyıldaki gelişimi incelenecektir.

### 1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

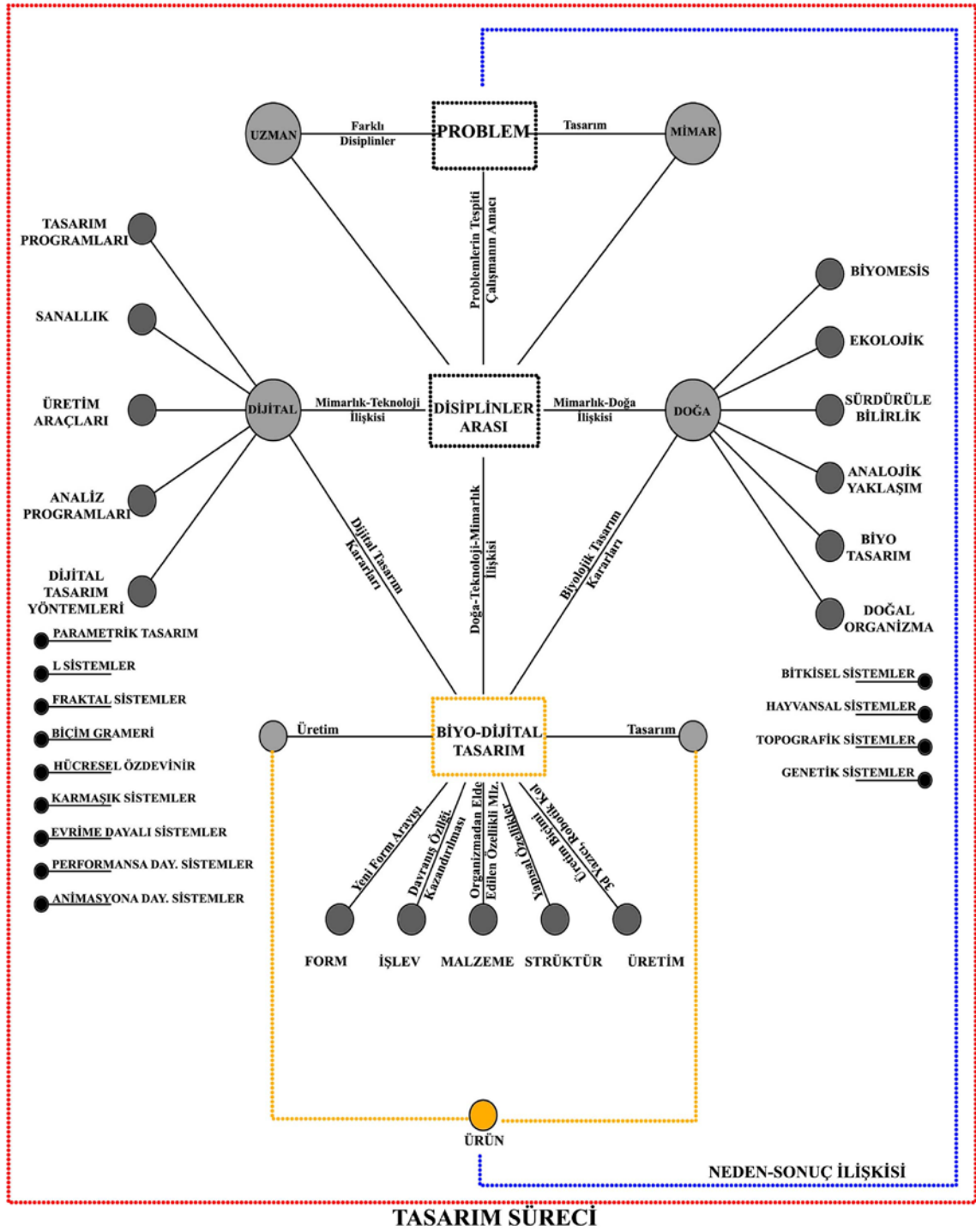
Çağın en büyük problemi doğal sistemin bozulup, dünyadaki yaşamı tehdit etmesidir. Geçmişten günümüze kadar olan süreç içerisinde; üretim arttıkça, teknoloji geliştikçe, ihtiyaçlar değiştikçe doğa daha çok tahrip olmuştur. Tüm bunlar; bilim dünyasını nüfus artışının da etkisiyle, çevre kirliliği, enerji kaynaklarının azalması ve doğal sistemin bozulmasıyla öngörülen doğal felaketlerin artacağı öngörüsü birçok yeni arayışa yönlendirmiştir. Bu durum en çok kentleri etkileyerek; geleceğe yönelik alternatif yaşam alanları araştırmalarına başlanmıştır. Tüm bu süreçler içerisinde hep bir doğaya yönelim olmuş ancak doğadaki verileri kullanım konusunda hep yetersiz kalmıştır. 21. Yüzyıl içerisinde artan tüm bu olumsuzluklar; birçok disiplini yeni arayışlara yönlendirerek doğayı yeniden ele alma düşüncesini doğurmuştur. Teknolojinin de birçok alanda gelişmesi doğayı sadece fiziksel açıdan değil aynı zamanda doğanın ilkelerini de öğrenerek tüm sistemi analiz edip değerlendirme ve doğayı iyileştirme için ciddi bir adım atılmıştır.

Çalışmanın amacı ise; gelecekte dünya ve yaşam için öngörülen birçok probleme mimari ve tasarım açısından çözüm olacağı düşünülen Biyo-Dijital Tasarım yaklaşım ele alınarak yeni form arayışı içerisinde hangi verilerden yararlanıp, formun tasarım süreci içerisinde nasıl evrimleştiğini analiz etmektir. Bu süreç içerisinde doğadan ne şekilde yararlanılıp, tasarım içerisinde hangi dijital sistemlerden etkilendiği belirtilecektir. Bu sayede doğadaki canlı ve cansız organizmaların ele alınış biçimlerden, forma yansımaları; mimari tasarım süreci içerisindeki üretim teknikleri, malzeme teknikleri gibi değişimlerden bahsedilmiş olacaktır.

Doğaya yönelimin önemi ve dijital sistemlerin tasarımı ne şekilde etkilediği özellikle mimari tasarım süreci için önem arz etmektedir. Gelecek mimarisi için; Biyo-Dijital Tasarım hem estetik açıdan hem de bilimsel değeri fazla olması sebebiyle yaşam için tehdit oluşturan koşullara çözüm olabilecek bir sistem olarak görülmektedir. Bu çalışmada da; bu sistem içerisindeki etkileyen parametrelerden bahsedilip diğer sistemlerden farkı anlatılacaktır.

Bu bağlamda ele alınan çalışma strüktürü aşağıdaki gibidir:





Şekil 1. Çalışma strüktürü

## 1.2. Literatür Taraması

### 1.3. 21. Yüzyıl Mimarlığı ve Form

Tarihi süreçler boyunca mimarlık; fiziksel ve kültürel çevre içinde farklılaşmış ve yeni yaşam biçimleri ortaya koymuştur. Mimari insan yaşamında; mekan, biçim, doku gibi öğeleri etkilemiş ve bulunduğu döneme ait dinamikleri irdeleyerek fiziksel ve sosyal çevreye uyarlamıştır. Farklı zaman dilimlerinde mimari stiller değişime uğramış ve gelişim göstermiştir. Mimari formun değişimi de bu etkilerin sonucuna bağlı olarak gerçekleşmektedir.

Form kavramı; nesnenin (kitlenin) veya boşluğun (mekanın) sahip olduğu biçimin bütünsel, genel düzenidir (Onat, 2010).

Wrong'e göre form; üç boyutlu uzay içinde bir yer, bir hacim kaplayan her türlü ögedir (Wrong, 1972).

Form mimaride, fiziksel ve sosyal çevrenin ilişkilerini tanımlayan işlevsel, simgesel ve mekansal parametreleri içeren bir düzendir. Bu düzeni anlayabilmek için formun görsel özelliklerini yani geometrik yapısını bilmek, çözümlenebilmek gerekir. Matematik ve geometri tarihi süreç içerisinde mimari tasarım ve yaklaşım süreçleri içerisinde formu doğrudan etkilemiştir.

Form, bir takım elemanların bir araya gelerek oluşturduğu düzendir. Formu oluşturan elemanlar;

- Nokta
- Çizgi
- Düzlem
- Hacim olarak açıklanmaktadır (Wrong, 1972).

İki boyutta ise geometride asıl üç temel form bulunur;

- Üçgen
- Daire
- Kare

İki boyutlu sanatta dış yapının, üç boyutlu hacim veya kütle gibi gözükmesi de form olarak algılanabilir düşüncesi; forumun farklı boyutlardaki yapısının insanların duygu ve düşüncelerinin iletmelerindeki bir iletim aracı olarak düşünülebilir (Zelanski, Fisher, 1987).

Asal formlar; üç boyutlu geometrik tüm formları üretebilir. Bu formlar;

- Küp,
- Prizmalar,
- Piramitler,
- Silindir,
- Koni ve
- Küre'dir (Onat, 2005).

Mimarideki bu formlar; *Öklid geometrisi* olarak adlandırılır. Tarih süreçler boyunca mimarlar temel olarak bu formları kullanmışlardır. Görsel düzen yaratma ve estetik kaygısı sebebiyle; matematiksel hesaplama aynı zamanda oranlardan faydalanmışlardır. Amaç; güzeli yaratmak ve düzen oluşturmaktır. Örneğin; Eski Yunan mimarisindeki altın oran, Mısır mimarisinde astronomi hesaplamaları, Rönesans mimarisinde simetri ve oran, modern mimaride gridal sistem ve asal formlar, postmodern mimaride formların eklektik birleşimi ve boşaltmalardan yararlanılmıştır.

Tarihsel süreç içerisinde mimaride gelişim daha çok Öklid geometrisi keskin bir mimari tasarım anlayışı geliştirmiştir. Bu durumun tasarım sürecini etkileyerek çeşitli kısıtlamalara neden olması, sürekli bir arayış içinde olan mimar ve tasarımcılar için tasarımlara yeni bakış açısı kazandırmak güç olmaktadır. Değişen ve sınırlanan her trend, mimarları için yeni arayışlara yönlendirmiştir. Mimari tasarımda bu arayış; yeni tasarım yöntemi, form, malzeme gibi alanlar içinde kapsamlı şekilde ilerlemektedir. Özellikle doğadan ilham alınarak yapılan tasarımlar, doğa geometrisi olarak tanımlanabilecek bir yaklaşım ile mimarlara ilham verici bir kapı açılmıştır. Doğa geometrisinin heyecan verici biçimsel özellikleri mimarlar için karmaşık ve çözümü zor formların bütünü görmede ve zihinde canlanan formun boyutlandırılması gibi sıkıntılar, doğayı sadece esinlenme aracı olarak kullanmaya itmiştir.

Form, geometrik olarak vektörler ile ifade edilen çevresel etkiler sonucunda oluşur ve sürekli değişim-devinim içinde adeta canlı bir varlık gibi durağan yapısından sıyrılır. Esnek, akışkan ve süreklilik kazanmış sistemler ve parça-bütün ilişkisi, cansız doğanın kristal yapısının geometrik çözümlerinden ilham alınarak yeniden yorumlanır (URL-1).

Teknolojinin gelişmesi ile bilgisayar sistemlerinin aktif kullanılmaya başlaması daha karmaşık formların tasarlanabilmesine imkan tanımıştır. Bilgisayar sistemlerinin sağladığı tasarım ortamı; belli bir matematik hesaplama ve temel geometrik formlardan oluşan bir düzen içerisindedir. Dijital geometrinin diğer alanlardan farkı ise; formun tepki vermesini sağlayan bir sistem oluşudur. Formların bir araya gelmesinin fiziksel verilerden elde edilen sonuca bağlı olarak bir anlamı vardır. Antik dönemde geometri altın oranla oluşturulan bir hesaplama ile bir araya geliyorken dijital geometride ise; çevresel verilerin ışığında geometri şekillenmektedir. Doğa ve dijital geometrinin kesiştiği ve birbirlerinden beslendiği alanlardan biri bu durumdur.

21. Yüzyıl mimarlığında ise; doğa ve teknolojinin kesiştiği disiplinlerarası araştırmalar önem kazanmıştır. Doğanın tahribi, teknolojinin gelişmesi ve dünya üzerinde gerçekleşmesi öngörülen sorunlar gibi durumlar alternatif arayışlara yönlendirmiştir. Araştırma alanları arasında mimarlık disiplininin önem verdiği konular; form, strüktür, malzeme ve üretim teknikleridir. Teknolojinin sağladığı imkanlar sayesinde mimari araştırma kaynakları sürekli gelişmektedir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile birçok olası durumun hesaplanması 21. Yüzyıl mimarlığı için önemli bir durumdur.

Mimarlar için tasarım çözümlerinde bu verilerin değerlendirilerek mimari formun oluşması; ekonomik, sosyo-kültürel ve fiziksel çevrenin avantajlı kullanımı gibi parametrelere cevap verebilen çözümler üretir. Aynı zamanda disiplinler arası yeni araştırma alanları için de kullanılan bu yöntem; doğa-teknoloji-mimari'yi birleştirici bir araçtır. Bu durum mimar ve tasarımcılar için form oluşumunda yeni arayışlara yönlendirmiştir.

### 1.3.1. 21. Yüzyıl Mimarlığı ve Doğa İlişkisi

Dünyayı oluşturan unsur madde değil süreçtir. Doğa, birbiriyle etkileşim içerisinde olan örgütlerin bir bütünüdür. Her organizma etraflarını saran örgülerdeki değişimleri önceden tahmin edip, kendi davranışlarını bu değişimler doğrultusunda ayarlayarak ayakta kalan birer ilişkiler ağıdır. Öngörü ve tepki hayatın dinamiğini oluşturur (Whitehead, 2017).

Tarih boyunca insanlar doğadan ilham almış ve doğadan elde ettikleri malzemeleri kullanmışlardır. Zaman ilerledikçe temel ihtiyaçlarını karşılayan insanoğlu; bulunduğu alanı kendi gözlemleri ile doğadan esinlenerek süslemeye çalışmıştır. Ancak her dönemde yaşanan şartların farklılığı, mimarlık yaklaşımlarını da her seferinde değişime yönlendirmiştir. Bu nedenle doğadan ilham alma sadece estetik açıdan değil bazen yapısal açıdan bazen de malzeme açısından sürekli incelenme alanıdır.

D'Arcy Thompson'ın "On Growth and Form" adlı kitabında bitkilerin ve hayvanların biçimlerinin saf matematik terimleriyle açıklanabileceğinden bahsetmiştir. Kurullarla belirlenen bir sistem içinde organizmaların biçimleri, ölçüleri, yapısı ve işleyişleri matematiksel hesaplama ile oluştuğunu ifade etmektedir. Thompson'a göre doğa, bu sistem içinde ve çevresel etkiler dahilinde farklı döngüler barındırır ve bu döngüler sonsuz biçim ve çeşitlenme sağlayan benzersiz bir tasarımcıdır (Beesley-Bonnemaison, 2008).

Doğa ve mimarlık ilişkisi, geniş yelpazede bir disiplinler işbirliği doğrultusunda incelenmektedir. Mimarlık tarihi içerisinde, doğa ve doğal yapılar, mimarlar için süregelen bir kaynak olmuştur. Bu durum bugüne kadar organik (biyolojik, bitkisel, vb.) ya da inorganik (jeolojik dokular, akış hareketleri gibi) birimlerin görsel düzeyde kalmış halleri olsa da bugün bu durum değişmek üzeredir (Yedekçi, 2015, Arkitera).

'Örümcek, dokumacınıninkini andıran bir iş yapar. Arı ise peteğini yaparken birçok mimara parmak ısırtır. Ama en beceriksiz mimarı en usta arıdan ayıran özellik, mimarın yapacağı binayı gerçekleştirmeden önce onu kafasında tasarlamış olmasıdır. Her çalışma süreci, emekçinin kafasında daha başından var olan bir şeyin yaratılmasıyla sona erer. Emekçi, yalnızca üzerinde çalıştığı bir maddeye biçim değişikliği vermekle kalmaz, aynı zamanda kendi çalışma tarzının yasalarını belirleyen ve kendi iradesini bağımlı kılmak zorunda olduğu bir amacını da gerçekleştirmiş olur.' (Marx, 2015).

Doğanın sunduğu birçok imkanı tasarımcı ve mimar farklı tekniklerle ele almaktadır. Doğadan öykünme, esinlenme, taklit etme ve benzetme gibi yaklaşımlarla doğayı ele almış ve uygulanış biçimi değişmektedir.

Ruskin'e göre; doğaya öykünmeden, ona benzemeye ya da benzetmeye çalışmadan mimarlıkta güzelliğe ulaşamaz. Çünkü doğanın yardımı olmadan insan güzelliği yaratamayacağını düşünür. Ruskin'deki doğaya öykünme, doğanın birebir taklit anlamından daha çok ilham alma anlamını taşımaktadır (Ruskin, 1990).

Geç 19. ve erken 20. Yüzyılda yapılmış Art Nouveau yapılar tasarımcıların doğaya duyduğu ilginin ifadesidir. Art Nouveau akımı içindeki farklı üsluplar mimarların doğadan esinlenme biçimindeki çeşitliliği yansıtır. Bu çeşitlilik çiçek motifli bezemelerden akışkan yüzeylere, hareketli kat planları ve cephelerden organik bina tasarımlarına kadar pek çok unsurda karşımıza çıkar (Bielefeld, Khouli, 2010).

İnsanın doğada sebep olduğu etkilerinin farkına varması ile mimarlık çevreleri doğa ile farklı etkileşimler içine girmeye başlamıştır, çünkü üretilen mimarlığın da doğa ile etkileşim içinde olduğu, doğayı ne taklit etmesi, ne de cephe alması gerektiği anlaşılmış, mimarlığın bizatihi doğanın dinamikleri içinde üretilmesi gerektiği öne sürülmüştür. İnsanın dünya yüzeyine ek olarak arabalar, evler, kentlerden oluşan ikinci bir yüzey oluşturduğu, bu iki yüzeyin de birbirleri ile dinamik bir etkileşim içinde olduğu, tasarımın da bu iki yüzey arasında dinamiklerin yönetilmesi ile ilgili olduğu söylenmektedir (Hasdell, 2005-URL-2).



Şekil 2. Uçan Kuş (URL-3) ve Şekil 3. Calatrava'nın Kuştan Esinlenerek Tasarladığı Yapı (URL-4)

Birçok mimar ve tasarımcı; tasarımlarında doğanın sunduğu ilkeleri kullanmaktadır. Analogik yöntem de bunlardan biridir. Doğada bulunan canlı ve cansız

birçok nesneden yola çıkılarak oluşturulan tasarımlar, esin kaynağına benzeyerek oluşturulurlar. Calatrava'nın köprü ve binaları (Şekil 2 ve 3) ve Frei Otto'nun Münih Olimpiyat Stadındaki kablo bağları (Şekil 4 ve 5) bu yöneme örnektir.



Şekil 4. Örümcek Ağı (URL-5) ve Şekil 5. Münih Olimpiyat Stadyumu (URL-6)

Benyus'un doğayı gözlemleyerek yaptığı çalışmalar sonucunda; doğanın ilkeleri üzerinde şu sonuçlara varmıştır:

- Doğa güneş ışığıyla işler.
- Doğa sadece ihtiyaç duyduğu kadar enerji kullanır.
- Doğa biçimi işleve uydurur.
- Doğa her şeyi geri dönüştürür.
- Doğa dayanışmayı ödüllendirir.
- Doğa çeşitliliğe bağlıdır.
- Doğa yerel uzmanlık ister.
- Doğa savurganlığa engel olur.
- Doğa limitlerin gücüyle sınırlıdır.

İnsanlar için doğa korunması gereken bir hazine olmalıdır. Doğayı iyi anlamalı ve doğanın ilkelerine göre davranmalıdır. Doğadan öğrenilen her bilgi; birçok farklı disiplinde kullanılabilir ve gelecekte öngörülen çevresel sorunlara çözüm olabilecek verilere sahip olunabileceğinden çok önemlidir.

21. yüzyıl mimarlığı ise; teknolojinin gelişmesiyle farklı bir boyut kazanmıştır. Doğanın sunduğu karmaşık düzeni çözmek ve yeni arayışlar içinde bulunabilmek daha mümkün kılınmıştır. Biyoloji, matematik, kimya ve fizik gibi disiplinler mimarlıkla daha

güçlü bağlar kurmuştur. Bu durum; doğanın karmaşık düzeninin dinamiklerinin daha net algılanıp kullanılmasına olanak sağlamıştır.

Doğanın tahrip olma süreci ve gelecekte öngörülecek sorunlara cevap olarak yine doğa görülmüştür. Bu nedenle doğadaki canlı ve cansız tüm nesnelerin sadece benzetme ya da esinlenme değil aynı zamanda kendi içindeki sistemi, davranışı, yapısal ve tüm dinamiksel özelliklerini incelemek, değerlendirip geliştirmek ve kullanmak önemli kılınmıştır. Bu durum geleceğe yönelik önemli bilimsel adımlardan biridir. Bu durum mimarlığa hem üretim hem malzeme hem de yeni form arayışı için cevap olabilecek, insanoğluna gelecekteki alternatif yaşam seçenekleri için çözüm olunacaktır. 21. Yüzyıl mimarlığı, hala araştırılan ve geliştirilen bir yeni bir dönemdir ve geleceği yönlendirecek önemli bir alandır.

### **1.3.1.1. Doğaya Dayalı Tasarım: Sürdürülebilirlik**

Sürdürülebilirlik kavramı, ilk defa 1987 yılında hazırlanan Dünya Komisyonu Çevre ve Kalkınma Raporu “Bizim Ortak Geleceğimiz” de ortaya atılmıştır.

“İnsanlık, gelecek kuşakların, ihtiyaçlarını karşılamaları konusunda ödün vermeksizin, bugünkü ihtiyaçlarını karşılamayı garantileyen, sürdürülebilir bir kalkınmayı gerçekleştirme kabiliyetine sahiptir.” (Bizim Ortak Geleceğimiz-1987)

Doğa ve mimarlık ilişkisi içerisinde en temel kavram olan sürdürülebilirlik kavramı; tasarım sürecinde etkin rol oynamaktadır. Bir yapının tüm faaliyetleri sürecinde çevreyi etkilediği bilinmektedir. İnşaat sürecinden bitimine kadar olan aşamalar boyunca sadece çevre değil aynı zamanda yapı ekipmanını ve malzemelerle beraber ekolojii de etkilemektedir. Yapı bitiminden sonra da çevrede yapılaşma devam ettiği için bu süreç birbirini besleyen bir döngü şeklinde ilerlemektedir.

Sürdürülebilir tasarımın en temel amacı; küresel ekosistemi oluşturan, inorganik elementler, yaşayan organizmalar ve insanın beraber olmasını amaçlamasıdır. Bu durum için bazı temel durumları dikkate almaktadır:

- Kaynak Verimliliği
- Enerji Verimliliği



- Kirlilik Engelleme
- Çevreyle Uyum İçinde
- Bütünleşik ve Sistemik Yaklaşımlar (Yedekçi, 2015).

#### Ekolojik Yaklaşımlar:

Teknolojinin gelişmesiyle dünyadaki kaynakların tüketimi, çevresel sorunların artışı gibi sorunlar birçok disiplinde tartışma konusu olmuştur. Enerji korunumu ve yeniden kullanılabilir malzemelerin kullanılma ihtiyacı sürdürülebilirlik adına kontrollü bir yaşam zorunluluğu getirmiştir. Özellikle gelecek mimarisi için mimarları; kenti, doğayı ve yaşamı tehdit edeceği ön görülen birçok soruna çözüm olabilecek ve yerel kaynakların korunmasına destek olacak yeni yaklaşım arayışına yönlendirmiştir. Bu durum ekolojik yaklaşım kavramını gündeme getirmiş ve mimarlığı da etkileyerek tasarım sürecinden uygulama sürecine kadar olan tüm aşamalarda yer almaya başlamıştır.

Yeşil Mimarlık ya da Ekolojik Mimarlık binanın, doğuşundan ölümüne kadar tüm girdi ve çıktılarını biyosferin ekolojik sistemlerine entegre olabileceği, tasarrufa, dönüştürerek tekrar kullanmaya ve çevreye zararlı atık üretmemeye özen gösteren yaklaşımlar olarak tanımlanmaktadır (Yedekçi, 2015).

Buckminster Fuller tarafından ilk olarak ortaya atılan ekolojik yaklaşım; Dymaxion Evi için güneş ve rüzgar gibi yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılması, dönüşebilir doğal malzemelerin tercih edilmesi gerektiğini savunur. Bu durum; zaman içerisinde yapısal ve teknik açıdan değişebilir ve yeniden kullanılabilir doğayla uyumlu bir tasarım üretilmesini sağlayacağını dile getirmiştir (Kibert, 2008).

Doğa, insan ve mimarlık ilişkisinin artırılması yönündeki fikir 20. Yüzyılda olgunlaşmıştır. Temel düşünce insanlar için doğa tahrip edilmemeli ve korunarak iyileştirilmelidir. Bu nedenle ortaya bir takım önermeler sunarak doğanın önemi üzerinde durulmuştur. Tasarımların doğa temelli olması ve yenilebilir, esnek ve uyarlanabilir olması gerekir. Tasarımcılar için; doğadan öğrenilen tüm bilgileri yine doğa için kullanarak tasarım yapmasını ve doğayla bir bütünlük oluşturmasını hedeflemektedir.

### 1.3.1.2. Doğayı Taklit Etme: Biyolojik Tasarım

Yaşam boyunca insan; yapı ve süsleme için doğayı gözlemlemiştir. İlk zamanlarda yaşamak için doğayı kullanmış ve zaman ilerledikçe doğadaki düzeni inceleyerek doğanın ilkelerini öğrenmiş ve zamanla bu ilkeleri kullanmıştır. Vitruvius'a göre mimarlığın keşfi; ateşin bulunması kadar önemlidir (Vitruvius, 1934). İnsanoğlu ateşin bulunmasıyla barınma gereksinimini çözmek adına doğadan elde ettiği malzemeler ve öğrendiği tekniklerle yapı yapmaya başlamıştır. Bu durum doğadaki nesnelerin sadece malzeme açısından değil aynı zamanda nesnelerin kendi içindeki düzen ve sistemin de incelenerek mimari yapıya uygulanmasına vesile olmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Mısır ve Mısırın Tanelerinin Birleşimini Taklit Ederek Yapılan Bina Duvarı (URL-7)

Doğadan esinlenilerek üretilmiş mimari yapılara pek çok örnek verilebilir. Çiçek analogjisinden üretilmiş süslemeler, ağaç dallarından esinlenilerek oluşturulmuş strüktürler bu örneklerden bazılarıdır. Antik Yunan Mimarisinde doğadaki nesnelerin analogjiyle birçok süsleme detayı yapı elemanlarına işlenmiştir (Şekil 7 ve 8).



Şekil 7. Akantus Yaprağı (URL-8) ve Şekil 8. Korint Başlığı (URL-9)

Doğayı iyi tanıyan ve doğanın sunduğu sonsuz ilhamı iyi değerlendiren mimarlardan biri olan Gaudi; doğadan gözlemlediği verileri tasarımlarına uygulamıştır. Tasarımlarında uyguladığı stil aynı olsa da her bir detayın birbirinden farklı olması ancak bir bütünlük içermesi; doğadaki sistemin ilkelerini mimariye yansıttığını söylemek mümkündür.

Berkebile ve McLennan; “geleceğin mimarisi, 20. Yüzyılın makinelerinden değil, çevremizde yetişen güzel çiçeklerden ilham alınarak şekillenecek” diyerek doğanın gelecekteki önemini vurgulamaktadır.

Doğadan ilham alınarak üretilen birçok metot farklı kavramla tanımlanabilmektedir. Bu kavramlardan biri olan “biyomimesis” ya da “biyomimikri” doğadaki sistemin mimarideki yansımalarındandır.

Biyomimesis:

1990’lardan beri “doğadaki yapılaşmalardan ve oluşumlardan öğrenilmiş/ esinlenilmiş/ modellenmiş/ uyarlanmış ya da uygulanmış” tasarımlar “*biyomimesis*” (biyos-hayat, mimesis-taklit etmek) kavramlarıyla anlaşılmaya çalışılmıştır (Benyus, 1997; Selçuk, Sorguç, 2007).

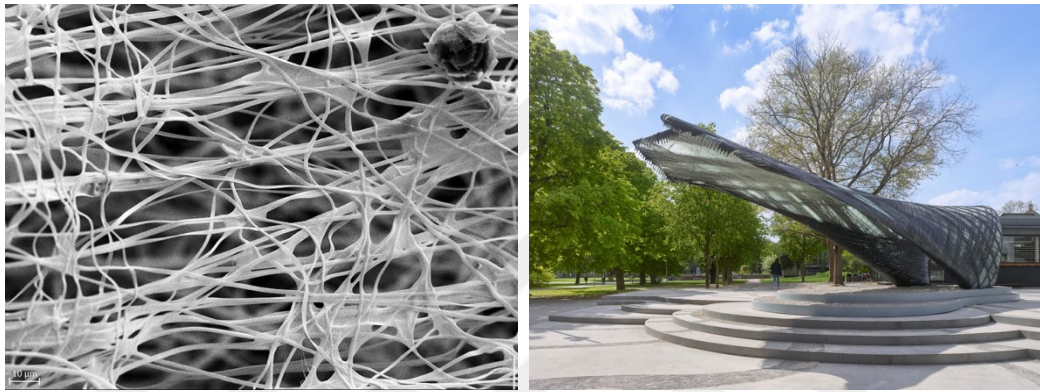
Biyomimesis kavramını; Julian Vincent “doğanın iyi tasarımın soyutlaması” olarak tanımlar. Benyus ise; doğayı model, danışman ve ölçüt olarak ele alma olarak tanımlar.

Biyomimesis, biyonik, biyomimikri, biyomimetik, biyognosis gibi terimler aynı düşünce temelli kavramlardır. Kullanıldıkları disipline göre fark göstermektedirler. Bu kavramların ortak paydası; biyolojik formları işlevsel, süreçsel ve sistemsal açıdan taklit edilerek sürdürülebilir çözümler üretmektir (Pawlyn, 2011).

Biyologlar ve ekolojistler hayvan ve bitki fizyolojisini ve davranışlarındaki çevresel faktörleri çalışmaktadırlar ve bu durum analiz ve gözlemleri mimarlık üzerinde keşfe ve bilinmeyeni öğrenme yolunda ilerlemeye sevk etmiştir (Yedekçi, 2015). Doğadaki canlı ve cansız her nesnenin kendilerine ait bir yaşam döngüsü bulunmaktadır. Kendi içlerindeki ve çevredeki farklı nesnelere arasındaki ilişki sürdürülebilir bir etkileşimi göstermektedir. Kendi içlerindeki farklılaşan davranış sistemine bakıldığında her nesnenin kendilerine ait bir mekanın var olduğu görülmektedir. Bu yapılar içerisinde kendi yaşam döngülerine uygun, çevreyle uyumlu, emniyetli ve sağlam bir altyapıya sahiptir. Çevredeki ya da

fizyolojisindeki özelliklere göre malzeme kullanılarak oluşturulan yaşam alanı, doğal formlardan meydana gelmektedir. Bu süreç; birçok disiplinin ilgisini çekmekte özellikle mimarlıkta esin kaynağı olmaktadır.

Doğa ve mimarlık ilişkisinde biyomimikri; doğadan etkilenme iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi yeni form arayışı, ikincisi ise doğadaki nesnenin ortaya çıkışı sürecini tanımlayıp tasarım sürecine aktarabilmektir. Yani form, strüktür ve malzeme gibi doğadan gözlemlenerek elde edilecek bilgilerin tasarım süreci içerisinde bir arada kullanılmasıdır (Yedekçi, 2015).



Şekil 9. ICD/ITKE Research Pavilion 2016-17 (URL-10)

Şekil 9'da görülen Stuttgart Üniversitesi'nin yaptığı çalışmada; biyomimetik bir inceleme sonucunda elde ettikleri verilerle bir öğrenci-akademisyen ortak çalışmasını uygulamışlardır. Tasarım sürecinde ipek kozasından yola çıkılarak; form, malzeme ve üretim tekniği gibi tasarımı etkileyen parametreleri irdelemişlerdir. Yeni robotik üretim yöntemleri geliştirebilmek adına morfolojik incelemelerde bulunulmuştur. Esnek ve doğaya uyumlu değişebilir tasarımlar üretebilmek adına bu çalışmalar önemlidir.

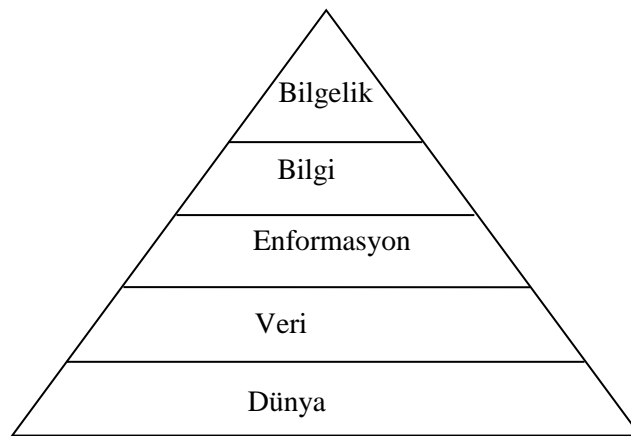
Günümüzde, doğadan esinlenilme yaklaşımı yeterli gelmemekte ve doğadaki sistemin daha iyi anlaşılması gerektiği bilinmektedir. Özellikle teknolojinin gelişmesi ile sınırlı olarak kullanılan doğal veriler yerini daha değişken ve sürekli evrimleşen bir sistem haline gelerek yeni form arayışlarına imkan tanımıştır. Aynı zamanda doğadaki esinlenme yerine doğadaki sistemin daha anlaşılır ve yararlı olabilmesi adına birçok ortak çalışma yürütülmektedir. Doğanın karmaşıklığını çözebilmek ve geliştirebilmek adına teknolojiden yararlanılması gerekmektedir. 21. Yüzyıl mimarlığı ve doğa ilişkisi gelecek adına önemli konulardan biridir.

### 1.3.2. 21. Yüzyıl Mimarlığı ve Teknoloji İlişkisi

Mimarlık mesleğinin günümüzde geldiği noktada; sosyal, kültürel, ekonomik ve de toplumsal olarak oluşan sorunlara çözüm bulunabilmesi ve taleplere cevap olunabilmesi beklenmektedir. Bu durumda gelişen toplumsal yapının, artan çevresel negatif değerlerin ve değişen tavırların karşılığı olarak bilimsel kimliğin de değiştiği görülmektedir. Bilim dallarının oluşturmuş olduğu çerçeve geliştirilerek ortak çalışmaların temelini oluşturmuşlardır.

Geçmişten günümüze birçok alanda gelişmeler yaşanmıştır. Üretilen ürünler, geliştirilen bilim ve sanat dalları birbiri ile ilişkilendirilerek çalışmakta ve alternatif ürünler ortaya koymaktadır. Bu çalışmaların en önemli parçası “teknoloji” olarak görülmektedir. Bilgi akışı, bilgi üretimi, ekonomi ve gelişen sosyolojik yapı birbiri içerisinde teknoloji sayesinde etkileşim içerisinde.

Teknoloji, bilginin akışını hızlandıran ve sağlayan bir araçtır. Bunu sağlayan en önemli birim ise veridir. Veriler, en basit tanımıyla gerçek dünyadaki bir ögenin soyutlanmasıdır ve bilgi akışını sağlayan en önemli faktördür. Bu duruma VEBB (Veri, Enformasyon, Bilgi, Bilgelik) piramidi örneği verilebilir (Gözükeleş, İ., 2018). Gelecekte teknoloji sadece veri (Data) ve enformasyonun işlenmesinde, yeniden kullanımında ve iletişimde değil, özellikle bilginin işlenmesinde, paylaşılmasında ve kartopu gibi geliştirilip büyümesinde daha önemli rol oynayacaktır (Sarıyıldız, S., 2015).



Şekil 10. VEBB Piramidi (Gözükeleş, İ., 2018)

Gün geçtikçe gelişen dünya ile ihtiyaçlar da değişmekte ve artmaktadır. Bu durum yeni bir arayış ve farklılaşmaya yöneltmektedir. Şekil 10'deki piramitte yukarıya

tırmanmak için kullanılan yöntem ve teknolojilerin gelişmişlik düzeyi de piramitteki tırmanışta kritik bir parametre olarak görülmektedir (Gözükeleş, İ., 2018). Teknolojinin gelişmişlik düzeylerini etkilemesi aslında toplumun yeniliklere yaklaşımını da yansıtmaktadır. Bu durum, en temelde insanı ve insan yaşamını etkileyerek çevresel değişime neden olmaktadır. Geçmiş ile günümüz kıyaslandığında değişimin en temel somut verilerinin şehirlerin ve yapıların olduğunu görmekteyiz. Böylece yapılan çalışmalar teknoloji-mimarlık-insan ilişkisinin sürekli bir etkileşim içerisinde olduğunu göstermektedir.

Mimarlık alanında özellikle teknoloji, günümüzde birçok olanak sağlayarak hayatı kolaylaştırmakta ve olası durumlarda güvenilir çözüm üretmekte en çok kullanılan alanlardan biridir. Bu durum insan yaşamı başta olmak üzere birçok bilim alanı ve meslekleri de etkileyerek yeni alanlar ortaya çıkarmaktadır. Bu yeni alanlar incelendiğinde, “doğa” ve “teknoloji” konuları araştırma ve gelişme üzerine çalışılan en önemli alanlardır. Steve Jobs’a göre; 21. yüzyılın en büyük inovasyonlarının biyoloji ve teknoloji biliminin kesişiminde olacağını söyler (Myers, W., 2012:224). Bu kesişimlerde teknolojik çalışmaların mimarlık alanına yansması “dijital” kavramının ortaya çıkmasıyla beraber net bir şekilde görülmektedir. “Sayı ile ilgili”, “sayı temeline dayalı” ve “sayısal” anlamlarını taşıyan dijital kavramı, yeni teknolojilerin getirdiği olanaklar sayesinde geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Dijitalleşme dönüştürülebilir bir alandır. Dönüşümün motivasyon kaynağı kullanıcılar, gelişen teknoloji veya tasarımcılar olabilmektedir (Pak, B., 2003; Mitchell, McCullough, 1990). Bu etkileşimli ilişki mimarlıkta; “bilgisayar teknolojileri” , “dijital teknolojiler” veya “sayısal teknolojiler” olarak adlandırılmaktadır.

Kolerevich, “Dijital teknolojiler, son zamanlarda, mimari pratikleri değişik yollarla etkileyip değiştiriyor” diyerek bu durumun mimarlığa yeni bir boyut kazandırdığını ifade etmektedir (Yiğit, H., 2011).

Günümüzde mimarlık ve teknoloji ilişkisi, diğer disiplinler ile ortak çalışmalar sonucunda; yeni malzeme, yenilikçi teknik ve yöntemler ve form üretiminde yeni yaklaşımların yanında yapay zeka, sanallık, robotik kullanımlar, dikey şehirler, sürdürülebilir yaşam gibi çalışma alanları ortaya çıkarmakta ve ilişkisel bir yaklaşım içinde olduğunun bir göstergesidir.

21. yüzyıl mimarlığında teknolojinin; yeni bir dijital yaklaşım ve gelişmelerin olacağı ve mimariye yansımalarının diğer disiplinler ile etkileşim ve kesişmeler ile gerçekleşeceği yeni bir dünyanın kapılarını bizlere açacağı inanılmaktadır. Dijital yeniliklerin getirdiği imkan ve olanaklarla, sınırsız kompleks formların üretimi ve çözümlenmesi yeni tasarım ve üretim teknikleri ile teori ve uygulamada farklı bakış açıları kazandıracaktır.

Yenilikçi dijital yaklaşımların 21. Yüzyıl mimarlığındaki çalışma alanları “doğa” olarak baz alınıp yapılmaktadır. Doğanın karmaşık yapısının anlaşılabilir ve çözümlenebilirliği teknolojik gelişmeler ve dijital yeniliklerin sayesinde gerçekleşmektedir. Bu sayede sınırsız kompleks form arayışları “doğa” ve “dijital” verilerin kesişimi ile ortaya çıkmaktadır.

### **1.3.2.1. Doğadan Esinlenen Üretken Sistemler: Dijital Tasarım**

“Matematiğin nicelik kavramını biz doğada mı buluyoruz, yoksa onu doğaya sokan biz miyiz?” diyen Poincare, matematik ve doğa ilişkisi üzerinde biçimlenmenin grift bir bağlantısı olduğunu vurgulamaktadır (Poincare, H., 1946; Aksoy, Ö., 1977).

Mimarlık, gelişen bilim alanları ile beraber farklılaşarak değişim içine girmiştir. Üst üste çakışan bilim alanları ile ortak çalışmalar yaparak bilgi alışverişinde bulunmaktadır. Bu durum, multidisipliner olarak çalışan tüm alanları ve mimarlık teorisi ve mimarlık pratiğini de etkilemektedir.

Mimarlık ve tasarım alanları için, form arayışı ve yenilikçi tasarım anlayışı gelişen dünyada etkilenecek farklı bakış açılarıyla ortaya çıkmaktadır. Bu durum form bulma ve geliştirme teknikleri araştırılarak farklı yönelimlerle yeni kapılar açmaktadır (Yedekçi, 2015). Bu yönelim, özellikle günümüz ve gelecek mimarisi için mimarlık disiplini içinde yer edinmekte ve formun eşsiz birçok alternatifi bulunan doğaya yönelmektedir.

Doğa ve doğal yapılar, organik ve inorganik birimler üzerinden karmaşık bir sisteme sahiptir. Bu canlı sistemler her zaman mimarlara ilham olmuştur. 21. Yy mimarlığında ise doğadan esinlenen tasarımlar karmaşık düzen içerisinde bulunduğundan teknoloji ve bilimden faydalanarak yeni düşünce sistemini oluşturmaktadır. Bu sistem

içerisinde bulunan teknolojik gelişimin mimariye yansımaları “bilgisayar”, “robotik üretim araçları” ve “yazılımlar” olarak görülebilir.

Günümüz mimarlığında, en önemli tasarım araçlarından biri olarak “bilgisayar” görülmektedir. Bilgisayar teknolojileri; mimarlık ve tasarım alanlarında yenilikçi bir yaklaşım sağlamaktadır. Çizim, modelleme ve görselleştirme araçlarının yanında aynı zamanda disiplinler yaklaşımlarda da kullanılarak verileri analiz etme ve kullanmada yardımcı olmaktadır. Bu durum forma, strükture, malzemeye ve üretim ve tasarım tekniklerine de etki etmektedir.

Dijital teknolojilerin gelişmesiyle ortaya çıkan yeni düşünce biçimi; doğal veriler ile dijital sistemlerin grift bir düzen içinde çalışarak tasarım ve mimarlık dünyası içerisinde yeni hedef ortaya koymuştur. Bu hedef; evrim ve canlı sistemler olarak görülerek yeni araç ve tekniklerin üretilmesine yardımcı olmuştur (Yedekçi, 2015).

Gelecek mimarisinde “doğa” ve “teknoloji” kesişiminin mimarlık pratiğinde ve mimari teoride etkisi disiplinler bir çalışma olacak ve olmaktadır. Bu durum; bilim ve mimarlık dünyasında sürekli bir etkileşim olmasına neden olarak yeni çalışmalara atlık olması açısından önemlidir. Bu yaklaşım hem bilimsel gelişmelerin olması hem de doğanın korunumu ve verimli kullanımı artmasına katkı sağlayarak geleceğe faydalı olmayı amaçlamaktadır.

### **1.3.2.2. Dijital Tasarım Tanımı**

Literatürde dijital tasarım kavramı, sayısal tasarım, hesaplamalı tasarım, dijital mimarlık, bilgisayar ortamında tasarım, bilgisayar teknolojileri, tasarım teknolojileri, bilgisayar ortamında mimarlık gibi terimler karşımıza çıkmaktadır. Dijital tasarım terimindeki “dijital ” kelimesinin Türkçe karşılığı “sayısal”dır.

Dijital tasarım teknolojileri kavramı bu teknolojileri ve onların çeşitlerini kapsar. Kolarevic’in deyişiyle: “Teknolojik mimarlık yerini, topolojik, Öklidyen olmayan geometrik mekanlar, dinamik sistemler ve genetik algoritmalarından oluşan sayısal (computational) mimarlığa bırakmaktadır” (Kolarevic, 2003).



Dijital tasarım kavramı, tasarımın bir teknoloji aracılığıyla yapıldığını anlatmakta, mimarlıkta tasarım geliştirme amacıyla kullanılan bilgisayar tabanlı teknolojileri kapsamaktadır. “Dijital tasarım, tasarım kararlarının kağıt üzerinde değil de ekran üzerinde verildiği bir süreçtir” (Marx, 2000). Dijital tasarım yöntemlerinin en önemli yanı açık uçluluğudur ve her geçen gün bir birey veya kurumun kendi için geliştirdiği bir yöntem literatüre katılmaktadır. Bu bağlamda tasarım teknolojilerinin tanımlanması ve sınıflandırılması için, mimarların bilgisayarı tasarım için nasıl kullandıklarının ve tasarım yöntemlerinin incelenmesi gerekir.

### 1.3.2.3. Dijital Tasarımın Gelişimi

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaştırılmasıyla birlikte, birçok disiplin evrimleşerek esnek çalışma ve bakış açısı kazanmıştır. Bu durum tasarım ve mimarlığı da etkileyerek gerek tasarım yöntem ve tekniklerde olsun gerekse çizim ve uygulamalar olsun kolaylık ve hız açısından tercih edilmektedir (İnan, 2009).

Dijital tasarımın temelleri 1900’lü yıllara dayanmaktadır. O dönemlerde yer alan “gelenekleri yıkma” düşüncesi 1915 yılında Petrograd’da açılan “Son Fütürist Resim Sergisi 0,10” Kazimir Malevich’in beyaz zemin üzerine boyanmış siyah bir kareden oluşan tablosu eskiyi koparıp yeni bir başlangıcın gerektiğini söylemek istemiştir. Bu durum o döneme ait yeni bir yaratıcılık akımının somut başlangıcıdır (Banham, 1960). 1917’deki Rus Devrimiyle başlayan süreç; farklı disiplinlerdeki çalışmalarda sayısal kontrol sistemlerinin geliştirilmesi, üretim anlamında yeni tekniklerin oluşturulması birçok endüstri tarafından ilgi görmeye başlamasına sebep olmuştur. Özellikle 1970’lerde computer-aided design (CAD) ve computer aided manufacturing (CAM) kompleks ürünlerin tasarlanıp üretilmesine önemli bir ölçüde yardımcı olmuştur (Corser, 2010).

Mimari ve tasarıma etkileşim sürecine rolü; 1980’lerde mimarların kompleks bilgisayarlar ile teknoloji biliminin kendi disiplinlerinde nasıl kullanacaklarını araştırmaları ile başlamıştır. Zaman ilerledikçe düşünsel sınırların işlemsel tasarımda nasıl sınırsızlaştıracağı ve gerçekleştirecekleri konusu önem kazanmış, bu süreçte o dönemin tasarımsal sınırlarını yok eden bu yeni düzen birçok kavramı da beraberinde getirmiştir (Kolarevic, 2005). Özellikle biçimsel çeşitlilikteki esnekliğin “Yüzey Ötesi Mimarlık” kavramı ile gündeme gelmiştir. Bu kavram Öklid dışı geometriye geçişi temsil etmektedir.

Daha önceleri düşünölen ancak tasarlanması ve uygulanması imkansız olarak kabul edilen bu formlar, sanal ortamla tasarlanıp üretilmesine imkan sağlamıştır. Şekil 11’de göröldüğü üzere dijital tasarım mimarlık ve tasarım alanını büyük katkı yaparak tasarımda düşünsel sınırları kaldırmış, aynı zamanda biçimsel çeşitlilik sağlayarak birçok yeni bakış açısı kazandırmıştır (Rocha, 2004).

1980 yılından 2000’li yıllara kadar olan dijital süreçler daha çok geçiş dönemi olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde ortaya çıkan en önemli isim Marcos Novak; mimar olmasının yanı sıra aynı zamanda sanatçı ve algoritma teknikleri, görsel ve hibrit zeka konularını çalışan bir kuramcıdır. Novak’a göre mimari (Şekil 12); sanal uzaydaki bir kavram olarak görerek “liquid architecture” (sıvı mimari) olarak tanımlamaktadır. Yani sadece dijital ortamda var olacak bu mimari, mantık, perspektif ve yerçekimi kanunları gibi kurallardan bağımsız düşünölerek tasarım sınırlarını serbest bırakılması gerektiğini savunur (Novak, 2005).



Şekil 11. Dijital Sistemlerde Data Verilerinin Forma Yansıması (URL-11) ve Şekil 12. Sıvı Mimarinin Form Üzerindeki Etkisi (URL-12)

2000’li yıllarda ise teknolojinin gelişmesiyle yeni malzeme ve tekniklerin artması beraberinde getirmiştir. Dijital mimarlık alanında görselleştirme, modelleme, programlama, simölasyon gibi tekniklerle form sanal yüzeyde tasarlanıp geliştirilmeye yönelmiştir. Bu sayede mimarlar için daha karmaşık sistemlerin tasarlanması mümkün kılınmıştır.

Dijital alandaki çalışmaları olan James Glymp; Frank Gehry’nin projelerini inceleyerek karmaşık düzenin bilgisayar ortamında daha kolay çözümlenip uygulanabileceğini belirlemiştir. Bu çalışmalardan ilk örnek ise; “Olympic Village” adlı balık formundaki saçak görevi gören projedir. Farklı program ve teknikler sonucunda katmanlı bir strüktür

ve kabuk sistemi ile bir tasarım yöntemi oluşturmuştur. Oluşturulan bu sistem daha sonra “Guggenheim Müzesi” için de kullanılmıştır (Lindsey, 2001) (Şekil 13).



Şekil 13. Guggenheim Müzesi (URL-13)

Günümüz mimari ve tasarım alanlarında teknolojinin gelişimi ile birçok disiplinle etkileşim artmış, yeni araştırma konuları geliştirilmektedir. Bu durum teknolojik sistemlerin gelecek zamanda da bilimsel ve sanat dallarında yeni arayışlar içinde bulunacağı görülmektedir. Özellikle bilimsel çalışmalarda gelinen nokta; estetik kaygıdan daha çok yaşam kalitesinin artırılması ve doğa düzeninin iyileştirilip, düşünülen kötü senaryolara karşın alternatif çözümlerin üretilmesidir. Bu durum mimarlıkta; doğayı koruma ve uyum sağlayarak doğal kaynakların artırılmasına yönelik biçimsel ve yapısal arayışlar içindedir. Bu nedenle dijital sistemlerin geliştirilmesi yaşam için önemlidir.

#### 1.3.2.4. Dijital Tasarım Yöntemleri

Bilgisayarların sistemlerinin yaşamın her alanında aktif olarak kullanılması dijital tasarımın gelişmesine neden olarak üretmeye, geliştirmeye, çeşitlendirmeye imkan tanımıştır. Bu durum tasarım alanlarında yenilik sağlayarak mimar ve tasarımcıları, yeni yöntem ve teknik arayışlarına yönlendirmiştir.

Çalışma kapsamında; doğadan esinlenen üretken sistemler olarak adlandırılan dijital tasarım; tasarım süreçlerinde geliştirdiği yöntemler dokuz başlık altında açıklanmıştır.

#### 1.3.2.4.1. Parametrik Tasarım

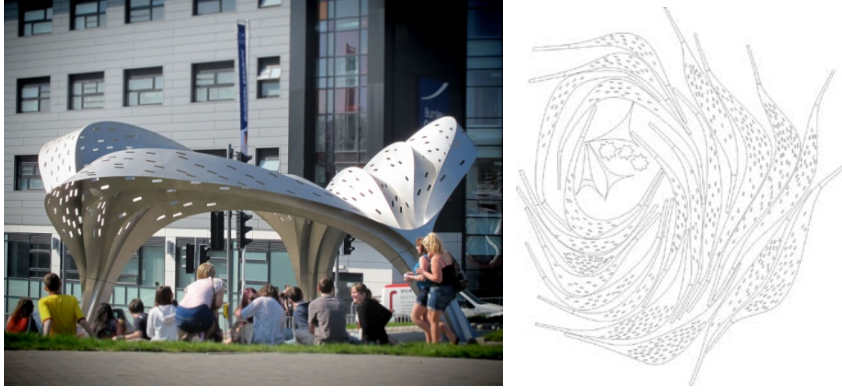
Türk Dil Kurumu sözlüğü'nde parametre, özel bir durum için tanımlanmış değişebilir bir nicelik, değişken olarak tanımlanmaktadır (URL-14).

Parametrik tasarım, tasarımın belirlenen parametrelerin üzerine kurulmasıyla ilgilidir. Mimari tasarım sürecinde çevresel koşulların her biri veri olarak kullanılarak parametreler olarak tanımlanır. Sayısal ortamda kurgulanan sistemler, parametrelere girilen farklı değerler sonucu oluşan değişim, tasarım aşamasında form üretimi için ya da fiziksel mekanda ışık, ses, biçim değerlerini ölçmek için kullanılabilir. Parametrik tasarım; tasarım süreci içinde değiştirilebilir, esnek çözümler sunar (Özsel Akipek, 2004).

Jabi'ye göre parametrik yaklaşımları sadece bilgisayar yazılımından ibaret olmadığını mantık, geometri, topografi ve etkileşimden etkilendiğini düşünmektedir(Jabi, 2013). Parametrik tasarımda, tasarımcılar bir form tanımlamak için belirtilen parametreleri kullanırlar. Üretken tasarım, doğanın tasarıma evrimsel yaklaşımını taklit eder. Tasarımcılar veya mühendisler, tasarım hedeflerini üretken tasarım yazılımına, materyaller, üretim yöntemleri ve maliyet kısıtlamaları gibi parametrelere ekler. Topoloji optimizasyonundan farklı olarak, yazılım bir çözümün tüm olası permütasyonlarını araştırır ve hızlı bir şekilde tasarım alternatifleri oluşturur. Her yinelemeden neyin işe yarayıp neyin yaramadığını test eder ve öğrenir.

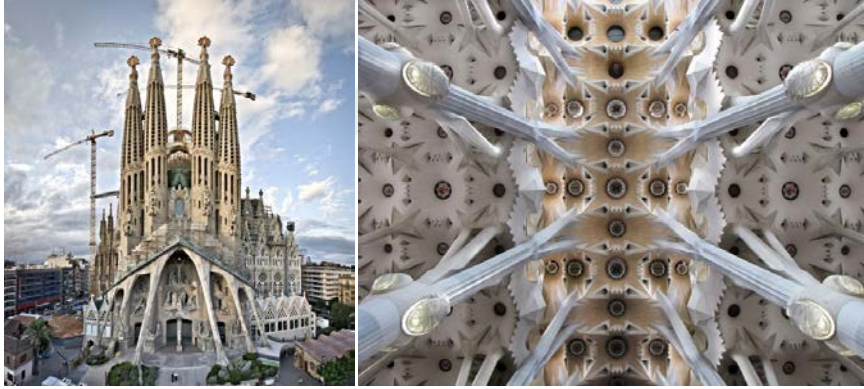
Parametrik tasarım yöntemi, verilerin birbiri ile ilişkileri ve kullanım alanlarının sayısal tanımlamalardaki ifadesi kapsar. Tasarımcıyı, tüm verilerin şartları ile olası çözümleri sunarak, alternatif çözüm yolu oluşturulmasına imkan tanır. Bu nedenle tasarım süreci boyunca konsept oluşturulmasından detay çözümüne kadar farklı alanlarda kullanılabilir. Parametrik tasarım; süreç boyunca tasarımcıya değişiklik imkanı tanımaktadır. Bu sayede farklı form arayışına cevap bulunabilmektedir.

Tonkio Lui'nin Rain Bowl Gate tasarımı (Şekil 14), yağmurlu bir bölge olan Londra'da nehir alanında uygulanmıştır. Bölgesel veriler ışığında formu oluşturan eğrisel geometriyi parametrik tasarım yöntemi ile suyun akışkanlığını sağlayacak bir sistem düşüncesiyle oluşturmuştur.



Şekil 14. RIBA Ödülü 2013 (URL-15)

1979'dan beri tamamlanması yönünde çalışmalar devam eden Gaudi'nin Barcelona'daki Sagrada Familia kilisesinin (Şekil 15 ve 16) danışman mimari Burry, tekrarlanmayan mimari stili parametrik tasarım yöntemi ile çözümlenmiştir. Bu durum farklı parametrelerin oluşturmuş olduğu modelin değerlerinin değiştirilmesi, tekrarlanmayan ancak bir bütünlük algısı oluşturan bir stile dönüştürmüştür (Kolarevic, 2005).



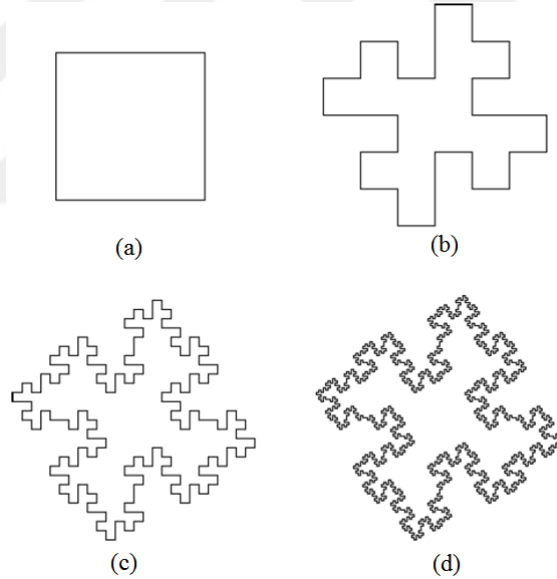
Şekil 15. Sagrada Familia Kilisesi Genel Görünüş (URL-16) ve Şekil 16. Sagrada Familia Kilisesi İç Mekan (URL-17)

Bu yöntemle beraber; farklı verilerle aynı model içinde birçok türev elde edilerek biçimsel dile sahip olunabileceği görülmektedir. Bu biçimsel dil; farklı ölçeklerde uygulanabilirliği olan bir durumdur. Tasarımcıya; tasarım, üretim ve uygulama alanlarında esnek bir ortam sağlar. Günümüzde parametrik tasarım yöntemi; birçok tasarımcı tarafından tercih edilmektedir. Kendi içinde farklılaşan ancak bir bütünlük oluşturan, alternatif çözüm imkanı tanıyarak tasarımcılara esneklik sağlayan bu sistem; cephe, strüktür, form, dekoratif öğeler, mobilya gibi alanların tasarım ve üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir.

### 1.3.2.4.2. L-Sistemler

1960'lı yıllarda Aristid Lindenmayer (biyolog ve bilgisayar kuramcısı); Chomsky gramerlerinden yola çıkarak geliştirdiği çok hücreli basit organizmaların büyüme örüntülerini incelemiş ve Lindenmayer sistemleri olarak bilinen (L-sistem) biçimsel dile sahip yeni bir sistem önermiştir (Prusinkiewicz, Lindenmayer, 1996). Günümüzde bu öneri, mimari tasarım alanlarında kullanılmakla beraber genellikle bitki ve doku gibi organik biçimlerin üretiminde değişkenlik ve çeşitlilik özelliklerini sağlayarak bir yeniden yazma ve görselleştirme yöntemi olarak geliştirilmektedir.

L sistemlerinin diğer yeniden yazma sistemlerinden farkı her kuralın eş zamanlı olarak ele alınması ve işlenmesidir. Aristid Lindenmayer yeniden yazmanın eş zamanlı işlenmesini, organizmaların eş zamanlı bölünme/büyüme süreçlerinin bir benzetmesi olarak açıklamaktadır (Manousakis, 2006).



Şekil 17. Koch adasının turtle grafik olarak yeniden üretilmesi

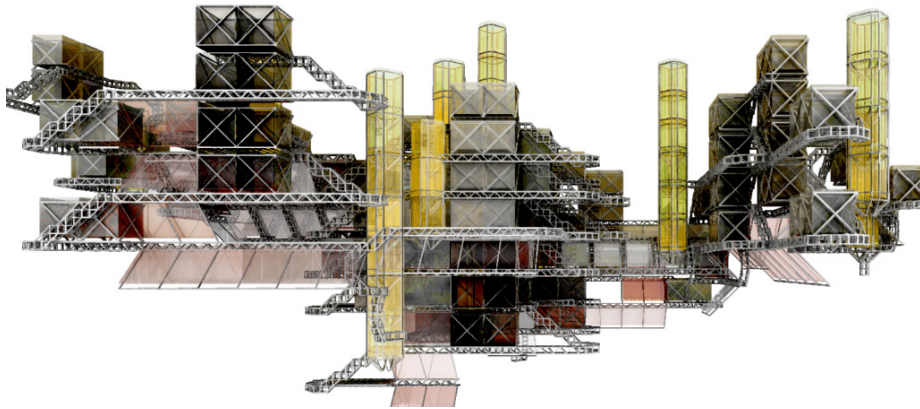
L sistemlerin beklenmedik ve değişken form üretebilmesi, mimari tasarımda tasarımcıya birçok yeni formun oluşumuna olanak sağlar. Bu sistemlerin büyüme simülasyonu sayesinde tasarım süreci içerisinde aşama aşama üretilen form, her aşaması ile karşılaştırılıp, değerlendirilme imkanı yaratır (Şekil 17). En basit oluşumlardan en karmaşık oluşumlara kadar kullanılabilen simülasyon yeni form arayışına çözüm sağlamaktadır. Bu durum farklı disiplinler ile ilişkilendirilebilirliği ve çeşitliliğin artması uygulanabilirlik düzeyini de etkilemektedir.

Doğa ve bilgisayar eksenindeki ortak çalışmaların gerçekleştirilmesi Michael Hansmeyer tarafından L-sistemleri ile uygulanmaktadır. Hansmeyer, mimari tasarımda kullanımını inceleyerek L-sistemler ile formun ilişkisini inceleyerek gelişim süreçlerini irdemiştir (www.mh-portfolio.com- Cestel, E., 2008).



Şekil 18. Alt sistemli parametrik L-sistem (URL-18)

L-sistemin ilk oluşturulan kurgusunda yer alan kaplumbağa grafikleri (turtle graphics), temel form üretme yönteminde önemli bir konumdadır. Bu kurgu içerisinde oluşturulan karakter dizinin farklılaşması, farklı form üretiminde etkin rol oynamaktadır. Mimari form oluşumunda L sistemlerin kuralları olması bakımından çözüm arayışında sınırlılık söz konusudur (Şekil 19). Fakat tasarım süreci içerisinde soyut düşünme ve farklı bir bakış açısı kazanma amacına uygundur.

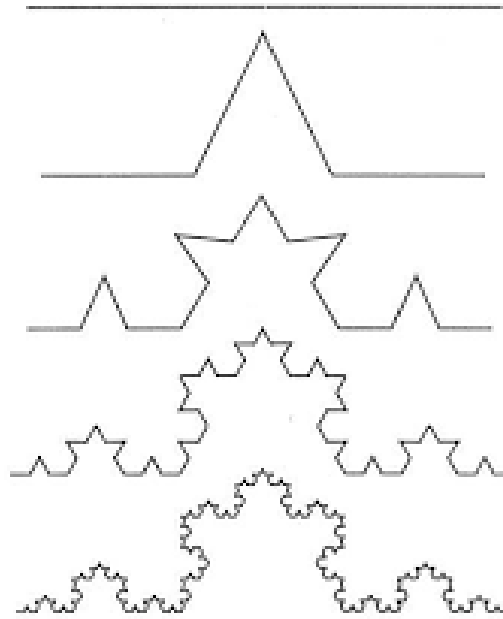


Şekil 19. Üç modüler yaprak kullanılarak yapılan L-sistem (URL-19)

### 1.3.2.4.3. Fraktal Sistemler

Fraktal kavramı; İngilizce ve Fransızca “fracttion” olarak kullanılan kelimeden türemiş ve “kırılma, bölünme ve düzensiz” anlamlarında kullanılmaktadır. Bu kavram 1979’li yıllarda Fransız matematikçi Benoit Mandelbrot tarafından ortaya konularak, doğadan esinli tasarım felsefesinin kuramsal ve kurgusal temelini oluşturmaktadır (Harris J., 2012).

Fraktaller, büyük birimleri parçalarlar ve farklı ölçeklerde kendilerini kopyalarlar. Bu sebeple doğadaki dokuları anlamak için fraktaller iyi bir yöntemdir. Doğadaki çoğu doku karmaşık bir düzene sahiptir. Kendi içerisinde farklı ölçeklerde kendisini tekrar ederek farklı sonuçlar vermektedir. Karmaşık düzene sahip bu sistemi anlayabilmemiz için nesneye ne kadar yaklaşırsak fraktal boyut o kadar artmaktadır.



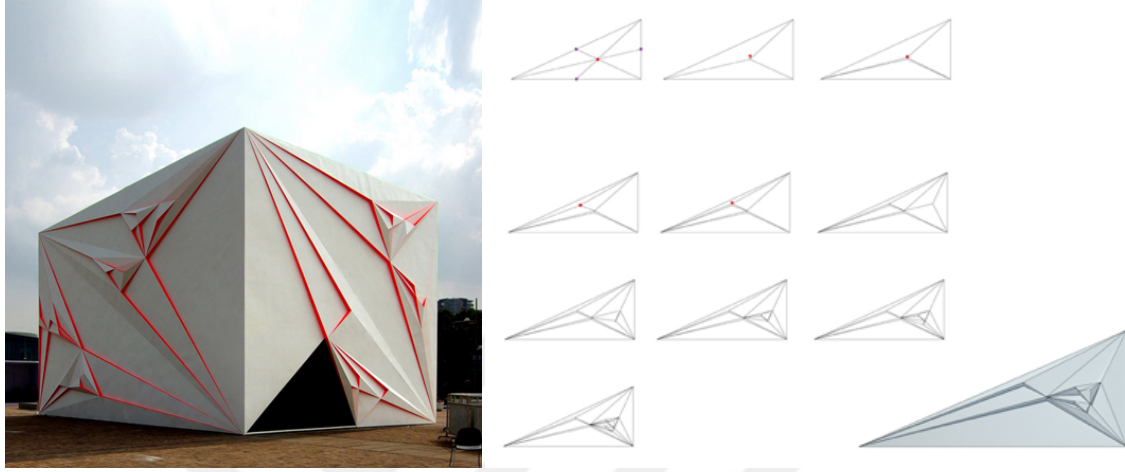
Şekil 20. Dört aşamalı bir Koch Eğrisi (Bovill, C., 2000)

Şekil 20'de gösterildiği gibi Koch eğrisi gibi bir matematiksel fraktal, ne olursa olsun sonsuzluğa düzensizliklerini devam ettirecek aynı fraktal boyuta sahiptir. Bu durum birim boyutları büyükten küçüğe kadar devam ettirilerek geliştirilir.

Doğadaki karakteristik doku ve geometriyi anlamamıza yardımcı olan fraktal sistem, mimari yapı ve doku sistemlerini de çözmemizi sağlar. Bu sayede mimari tasarım

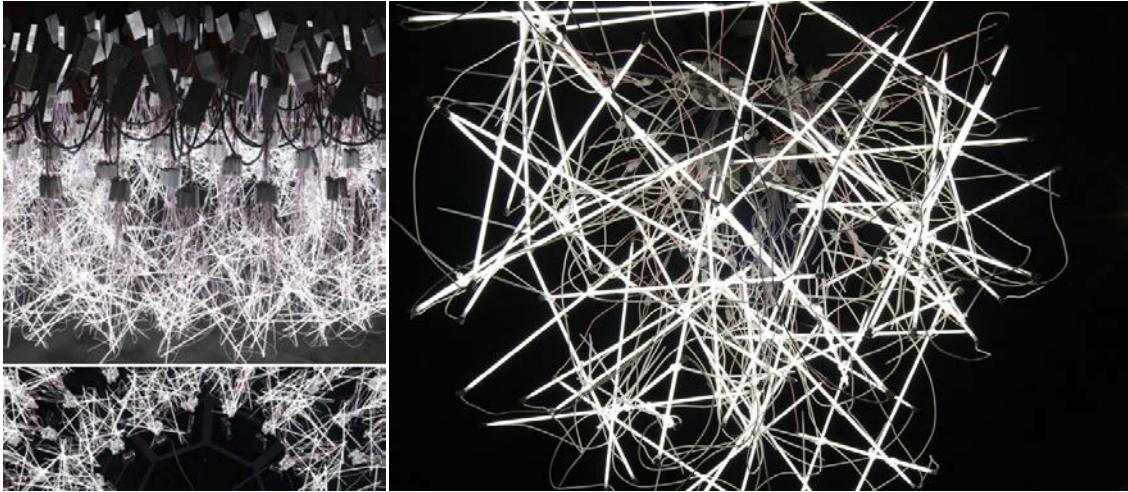


süreçlerinde form üretimi, yapı geometrisi ile ilişkilendirilerek çeşitlenmekte ve uygulama alanı genişlemektedir. Günümüzde birçok tasarım alanlarında bu sistem kullanılmaktadır. Şekil 21. 'de HHD\_FUN tarafından fraktal geometri kullanılarak tasarlanan pavyon, üçgen parçalara bölünmüş, yüzeylerden oluşmaktadır.



Şekil 21. Şangay için HHD\_FUN tarafından tasarlanan pavyon (URL-20)

Kutunun yüzleri, üçgen fraktal desenine dayanan bir yinleme algoritması kullanılarak tasarlanmıştır. Her üçgen, daha küçük ve daha küçük üçgenler ve daha yoğun bir desen oluşturmak için tekrar bölünmekte veya tekrar tekrar kırılmaktadır.



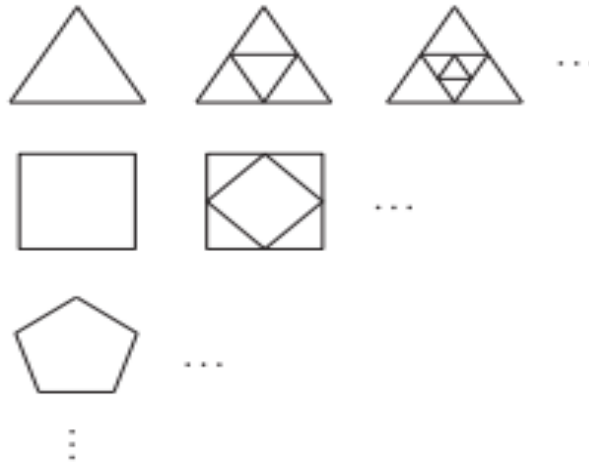
Şekil 22. Arik Leyv'nin fraktal sistem kullanarak tasarladığı "Fraktal Bulut" isimli aydınlatma çalışması (URL-21)

Fraktal sistem, Öklid geometrisine dayalı formlar dışında yeni fikir ve anlayışlar için de kullanılabilir. Daha soyut ve sonsuz tasarım çalışmalarında matematik ve dijital ortamlar sayesinde form üretimi ve tasarım aşamaları geliştirilebilmektedir. Bu durum yeni bir bakış açısı kazandırmaya açık olup, hayal gücünü de sınırlandırmadan çözümsel bir anlayış kazandırmaktadır.

#### 1.3.2.4.4. Biçim Gramerleri

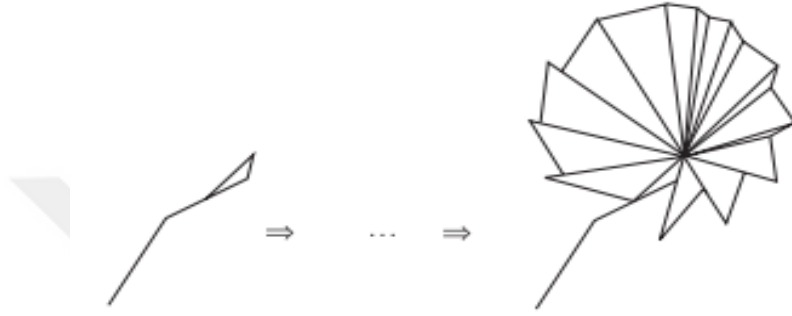
Biçim gramerleri, yeni tasarımların yanı sıra mevcut tasarımların tanımı, yorumlandırılması ve değerlendirilmesi için görsel hesaplama sistemidir (Stiny, Gips, 1972). Stiny ve Gips bu üretken sistemi 1972 yılında ortaya atarak bir biçimin ya da biçimin parçalarını bir araya gelmesi ve değişmesini anlatan farklı biçimler üreten kurallar kümesidir.

Stiny ve Knight'a göre biçim gramerlerini diğer üretken sistemden ayıran özellik, biçim gramerlerinin "saf görsel" hesaplamalı tasarım yöntemi olmasıdır ve metin, sembol gibi muğlak birimler yerine görselleri kullanmakta olduğunu dile getirirler (Yedekçi, G. , 2015:90; Knight, T., 2001).



Şekil 23. Biçim gramerlerinde biçimlerin bir araya gelmesinde kurallar kümesi bulunmaktadır (Stiny, G., 2006:301).

Bu üretken sistemde, bilgisayar sistemlerini kullanarak birçok farklı biçimler üretmek mümkündür. Biçim gramerlerinde, bilgisayar yardımıyla kurallar daha kolay uygulanabilmektedir. Biçimi anlamak, sınırlandırmak, analiz etmek ve birbirleri ile ilişkilerini değerlendirmek kurallar sayesinde gerçekleşmektedir. Bu kurallar dizini farklı kompozisyonların oluşumuna katkı sağlamaktadır (Şekil 23).



Şekil 24. Kurallara sahip olan biçim gramerlerinde farklı kompozisyonlar oluşabilmektedir (Stiny, G., 2006:384).

Mimarlıkta ise; bilgisayar sistemlerinde faydalanılarak verileri analiz edip ve yorumlayarak farklı biçimler üretebilmektedir. Bu durum aynı zamanda doğadaki biçimleri anlama ve yorumlayarak yeni bir biçim elde etmede de kullanılmaktadır. Doğadaki dokuların kendilerine has biçimsel özelliklerinin olması ve bir araya gelmeleri ile oluşan karakteristik dokuların düzeni biçim gramerleri ile de ilişkisel bir yaklaşım içinde bulunabilmeyi sağlamaktadır.



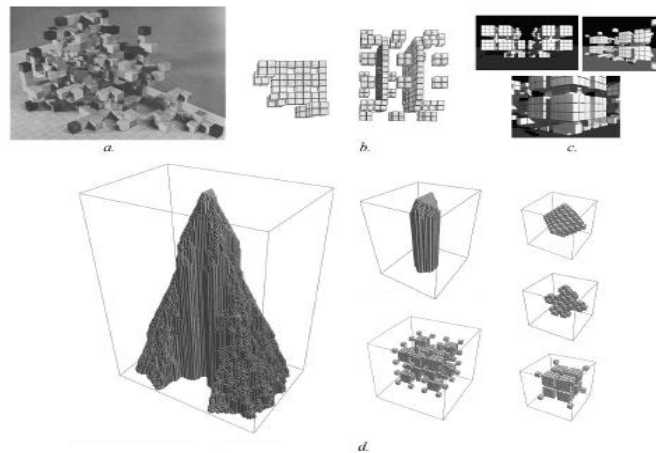
Şekil 25. Cecile Balmond'un Element adlı kitabından gül çiçeğinin geometrik yapısı (Balmond)

Biçim gramerleri, doğa ve hesaplamalı tasarım ilişkisi içerisinde biçimi yeniden ele alarak algoritmik sistemde kullanan birçok çalışma bulunmaktadır. Yeni tasarım dilini oluşturmada etkili olan bu sistem kuralları, yeni biçim üretme ve geliştirme konusunda da diğer yöntemlerle ilişkisel ortak çalışmalar yapılabilmektedir. Bu çalışmalar hem işlevsel hem de estetik olması yönüyle de biçim gramerlerini daha da önemli hale getirmektedir.

#### 1.3.2.5.4. Hücresel Özdevinir

“Hücresel Özdevinir, detaylı matematiksel analize izin vermek için yeterince basittir, ancak çok çeşitli karmaşık fenomenleri sergilemek için yeterince karmaşık değildir.”-Stephen Wolfram, Hücresel Özdevinir ve Karmaşıklık (1994).

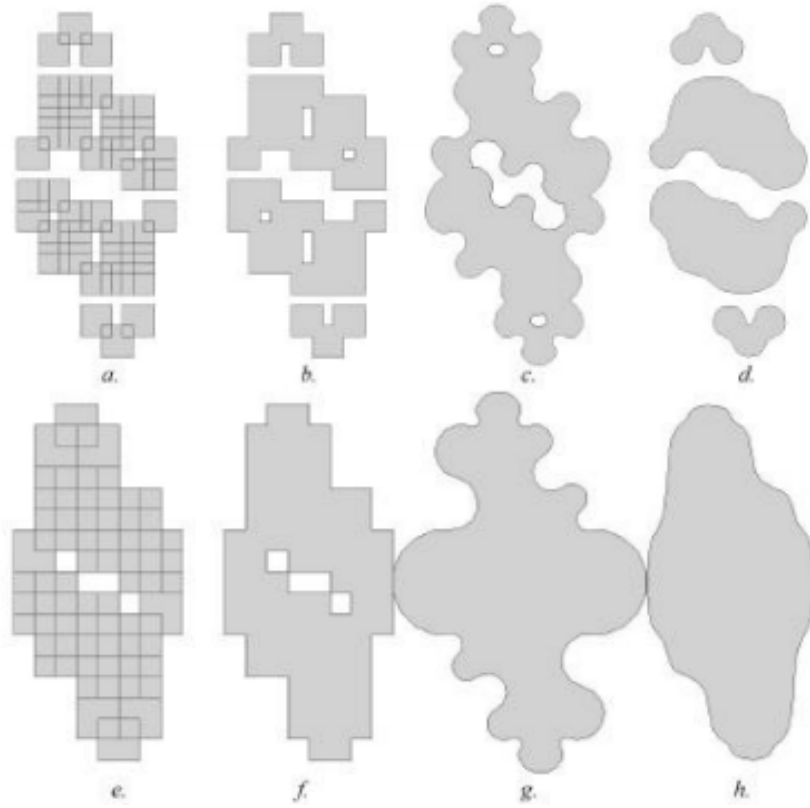
Hücresel Özdevinir, basit hücrelerin basit kurallar ile karmaşık bir sistem oluştururken büyüme ve evrim sürecinin benzetimini yapan üretken sistemdir (Yedekçi, 2015; Krawczyk, 2002). Basit kuralları izleyerek basit adımlarla karmaşık sistemi açıklar. Bu adımlar ile büyüme simülasyonlarını John von Neumann tanıtmış ve Ulam tarafından daha da geliştirilmiştir. Neumann, 50’li yıllarda bilgisayar sistemleri gelişmediği için bu sistemi formüle edememiştir. Amacı, hücresel düzeyde büyümeyi tanımlamaktı. Çünkü her bir hücrenin, çevreye bağlı olarak yeniden üretme yeteneği vardır. Bu düşünce aynı zamanda dijital hesaplamanın yaşamın kendisinin temelini oluşturabileceği cesur bir ifade yaratmaktadır (Krawczyk, 2002) (Şekil 26).



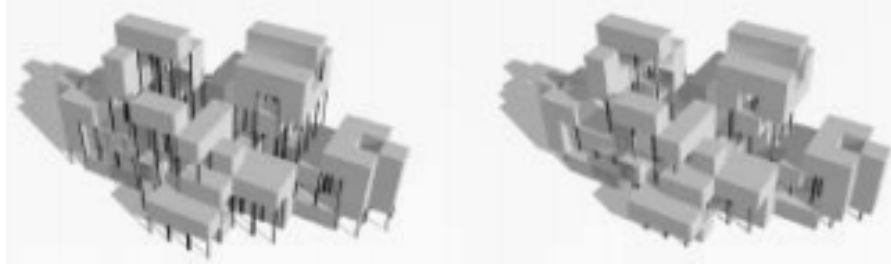
Şekil 26. Üç boyutlu geliştirilen model (Krawczyk, R. J., 2002)

Martin Gardner ile popülerlik kazanan bu kavram daha sonra John Conway'ın "Game of Life" adlı eserinden faydalanılarak, doğada görülen düzen ve rastgelelik arasındaki ilişkiyi oyuna yansıtmıştır. Wolfram, A New Kind of Science adlı eserinde; doğadaki karmaşıklığın, hücresel özdevinin basit yapısı ve ortaya çıkardığı beklenmeyen karmaşık davranışlardan yola çıkarak üretebileceğini ifade etmektedir. Wolfram'a göre biyoloji, kimya, fizik, sanat gibi bir çok farklı alanda araştırma yapılabilecek yeni bir bilgi alanı oluşturulabilir (Yedekçi, 2015; Wolfram S., 2002).

Hücresel Özdevinin, diğer üretken sistemlerden farklı olarak büyüme aşamasındaki tüm aşamaları ile bağlantılı olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, hangi aşamada hangi davranışlar sergileyeceğini de sergilemektedir. Şekil 27'de görüldüğü gibi, bu sistem ile her bir hücrenin geleceği bilinmekte ve sıralı olarak takip edilmektedir.



Şekil 27. Hücresel Özdevine ait örneğin büyüme örneğinin aşamalı anlatımı (Krawczyk, R. J., 2002:5)



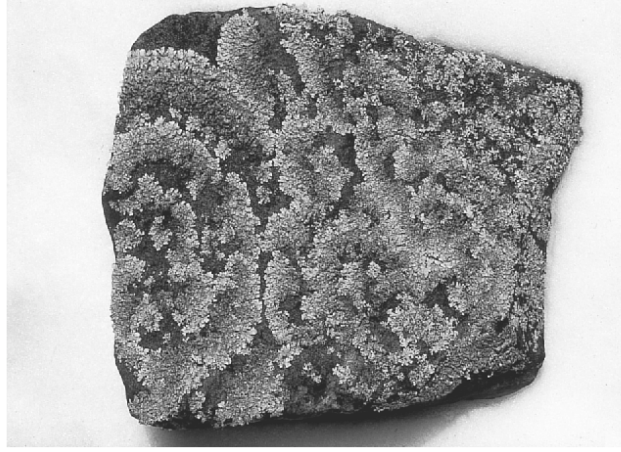
Şekil 28. Büyüme aşamanın 3 boyutlu çizimi (Krawczyk, R. J., 2002:5)

Mimarlıkta ise; doğadaki formların üretilmesine imkan kıldığı sayısal tasarımla görülmektedir. Bu sayede basit kurallar ile karmaşık sistemler çözülmekte ve davranış mekanizması anlaşılabilir. Doğadaki dokuların ilişkisel durumlarını anlamamızı sağlayan bu sistem, mimarlıkta soyut çalışmalarla beraber form üretildikten sonra uygulanabilirliği ele alır. Ancak hücresel yapıların özellikleri farklı olduğundan çözüm sürecinde farklı süreçler yer almaktadır. Mimarlıkta düşünsel alt yapı sistemi için kullanılabilir bir sistem olsa da uygulanabilirlik açısından ihtiyacı karşılamayabilir. Ancak tasarım süreçlerinde hücresel özdevinirler kullanılabilir üretken sistemlerden biridir.

#### **1.3.2.4.6. Karmaşık Sistemler, Öz- Örgütlenme**

Doğa, içerisinde bulundurduğu birçok organizma ve canlı sistemlerle beraber bir bütünsel bir düzen içerisinde. Bu sistemlerin kendiliğinden bir araya gelmesi ve kendi aralarındaki parçasal ilişki karmaşık bir oluşumu oluşturur. Bu öngörülemez oluşum; birçok alana hitap ettiği gibi mimarlık alanını da etkileyerek tasarım sürecinde farklı bakış açıları kazandıran bir yaklaşımdır.

Karmaşıklık ve ortaya çıkma (emergence) kavramları, bileşenlerin tesadüfi olmayan tam tersine farklı düzeylerde düzen üreten organizmalar sonucu ortaya çıkan öngörülmemiş parçaları arasındaki etkileşimlere odaklanan karmaşıklık teorisi ile beraber anlaşılabilir (Yedekçi, 2015:94). Bu yaklaşım; düzensizlik, farklılık ve dengesizlik gibi kavramları ilişkilendirerek grup davranışlarını “sürü akı” (swarm intelligence) olarak anılan ağ sistemi ile açıklamaya çalışılmıştır.



Şekil 29. Karmaşık sistemlere ait örnek (Camazine, D. F., 2001)

Doğada var olan bu sistemler; hem fizyolojik hem de davranışsal etkileşimlerle ortaya çıkmaktadır. Karmaşık sistem içerisinde bulunan alt sistemler ve bunlara ait alt bileşenlerin bir araya gelmesi hem hiyerarşik hem de çizgisel olmayan bir kurguyu oluşturmaktadır (Camazine, D. F., 2001) (Şekil 29). Bu biyolojik sistemleri anlayabilmek için farklı disiplinlerin ortak çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle bu canlı sistemin genetik programlarına göre davranış sergilemeleri doğal seçim sonucu olduğu varsayılmaktadır. Bu durumda çeşitlilik ve kararsızlık özelliklerini vurgulamaktadır. Balık sürüleri bu grubaşmaya en iyi örneklerden biridir. Bir araya gelmesi bu davranış hareketlerinin biçimlenmesi ile ortaya çıkmaktadır.

Mimarlıkta ise; doğadaki davranışlar ve düzen mimarlar ve tasarımcılar tarafından hep ilgi odağıdır. Bu karmaşık sistem de hem düzen hem de biçimsel olarak merak edilmektedir. Biyolojik sistemlerin bir araya gelmesi ve oluşturdukları bu karmaşık düzen “tek bir zeka”nın yetersiz kalacağını ve “sürü zekası” nı simgeleyerek düzeni biçimlendirdiği düşünülmektedir. Bu yaklaşımların mimari projelere yansması da özellikle karmaşık ve büyük ölçekli projelerde çevreyle ilişki, sirkülasyon, kullanım gibi unsurların optimum performans sergileyerek mümkün olabilmektedir (Yedekçi, 2015).

Doğanın kendi içerisinde davranış sistemi ve tutumu, birbiri içerisindeki çeşitlenmeden doğmaktadır. Bu durumun temelinde farklı yapım ve üretim teknikleri barındırmaktadır. Örnek olarak arı ve termit yuvaları verilebilir. Bu doğal oluşumların zaman içerisindeki pozitif ve negatif gelişmelere bağlı olarak değiştiği ve oluşturulduğu

görülür. Bu anlık değişimler, bir araya gelmelerinin son ürün halini netleştirmemekle beraber denetleyici bir kontrolün olmadığı da görülmektedir (Narahara, 2008).



Şekil 30. Catalyst Hexshel projesi (Hadid, Z., Schumacher, P., 2002, URL-22)

Öz- örgütlenme yöntemi; basit bileşenlerin bir araya gelmesiyle karmaşık sistemi oluşturan ve çözüm üreten bir yöntemdir. Bu sebeple sürekli bir biri içerisinde etkileşim içerisindedir. Zamanla değişim geçirerek “sürü zekası” davranışını ortaya koymaktadır. Şekil 31’deki gibi sistem bir bütün olarak çalışarak sorunlarını ve çözümlerini kendi içinde halletmektedir. Bu da bütüncül bir davranış sistemini ortaya koymaktadır.



Şekil 31. Termit Yuvası ve Harare Eastgate Center (URL-23, URL-24)

Mimarlıkta ise bu yöntem; dijital teknoloji sayesinde üç boyutlu modelleme ve görselleştirme araçları ile uygulanabilmektedir. Mikro ve makro ölçeklerde farklı çözümler üretilebilmesi ve bölgesel organize edilerek tasarımın geliştirilebilmesi; doğanın karakteristik doku ve davranış sisteminin tasarımlara aktarılıp yaratıcı çözümler üretilebilmesini sağlamaktadır. Bu durum çeşitlilik ve parçaların bir araya gelmesi ile oluşan ilişkisel sistemlerin tasarımlara yansımaları açısından önemlidir.

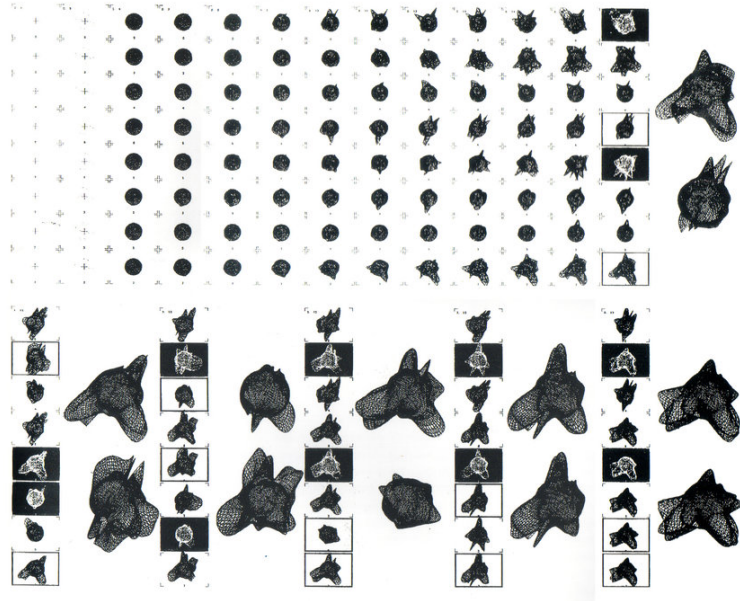


### 1.3.2.4.7. Evrime Dayalı Üretken Sistemler

Evrime dayalı üretken sistemler; algoritma tabanlı tasarım sistemleridir. Algoritma; bir problemin sınırlı sayıda adımla çözüm sürecini ifade eder. Evrimsel algoritma (EA) ise, yapay zeka oluşturmada evrimsel bilgisayarın bir alt kümesi olup meta bulucu optimizasyon algoritması tabanında jeneredilmiş popülasyondur. Evrimsel algoritma, biyolojik evrimden esinlenerek üreme, mutasyon, rekombinasyon ve doğal seçilime benzer mekanizmalar kullanır (URL-25).

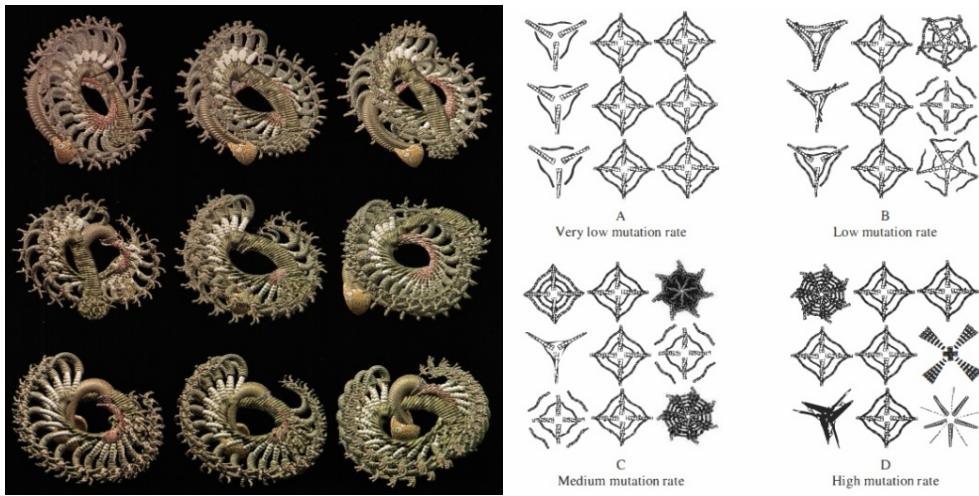
Genetik algoritma, evrimsel tasarım sistemlerin alt kavramlarından biridir. Doğada gözlemlenen evrimsel sürece benzer bir şekilde çalışan arama ve en iyi yenileme yöntemidir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar. Genetik algoritmalar problemlere tek bir çözüm üretmek yerine farklı çözümlerden oluşan bir çözüm kümesi üretir. Böylelikle, arama uzayında aynı anda birçok nokta değerlendirilmekte ve sonuçta bütünsel çözüme ulaşma olasılığı yükselmektedir.

Evrimsel hesaplamaların etkin bir çözüm olduğu, 1960'lardan itibaren John Holland'ın genetik algoritmaları keşfetmesiyle beraber, "evrim süreçlerini hesaplama modeli olarak kullanma" imkanı ortaya çıktığında anlaşılmıştır. Holland'a göre evrimsel hesaplama, tasarım probleminin çözümünde doğal evrimsel sistemlerin adapte edilmesi etkin bir çözüm yöntemidir. Bu fikirden yola çıkarak, John Frazer, mimarlığında "hasta tanımlı problemler" e çözüm arayışında Holland'ın yöntemlerinin kullanır ve 1993 yılında ilk defa bir mimari eleman üzerinde evrime dayalı üretken tasarım yöntemleri kullanır (Yedekçi,2015; Simon, 1969).



Şekil 32. Nagasaka'nın Evrimsel Sistemlerde Matrix Tanımı (Fotoğraf: John Frazer) (Vermillion, 2005)

Bentley'e göre; evrimin iyi ve genel amaca hizmet eden bir çözüm aracı olarak birçok alanda kullanılabileceğini ifade eder. Aynı zamanda evrim ile insan benzerliği ile ortak özelliklere dikkat çekerek, zaman içerisinde birçok şeyin çevresel etmenlerle doğal ya da yapay yol kullanılarak evrilebileceğini savunur (Şekil 33). Doğadaki doğal gelişmelerin, hayatımızın birçok noktasında var olduğunu belirterek en heyecan verici ve en başarılı tasarımların doğada bulunduğunu ve birçok tasarım yöntemi gibi evrimsel tasarım yöntemine de kaynak olduğunu söylemektedir.



Şekil 33. Nine Mutations, Ribbed Branched Structure, 1991, (Bentley, 1999)

Doğa, tasarım ve teknolojinin kesişiminden doğan birçok alanlardan biri olan evrimsel tasarım yöntemi; diğer sistemlerden farklı bir işleyişe sahiptir. Doğada görülen olayı evrimden etkilenecek soruna çözüm bulma kadar değiştirir. Bu durum; tek tek çözüm incelemek yerine tüm sonuçları bir değerlendirmeye alarak bir tasarım modeli oluşturur. Bu durum doğada olduğu gibi; pozitif sonuçların sürece devam etmesini, negatif sonuçların ise elenerek ayrılmasını sağlar ve bir bakıma kendi içinde ayrılma söz konusudur. Bu duruma örnek; doğada olan bir popülasyonda iyi genlerin soylarına devam etmelerine izin verilmesi, kötü genlerin ise ayrılması veya ortadan kalkması şeklinde açıklanabilir. Bu durum evrimin devam etmesini sağlar.

Evrime dayalı üretken sistemler; tasarımcıya esnek, ancak belirli kurallar ve etkileşimlerle tasarım ürünü ortaya koyan bir süreç tanımlamaktadır. Çevre, tasarımcı ve tasarım ilişkisinin sonucunda tasarım kararlarına uygunluk değerlerine göre karar verilir. Bu durum; tahmin edilebilir, kontrollü ancak farklı ve özgün bir stil ortaya konmasını sağlar.

#### **1.3.2.4.8. Performansa Dayalı Tasarım**

Performans; Türk Dil Kurumu Sözlüğünde verim gücü, başarımları anlamlarını taşımaktadır.

Mimarlıkta ise performansa dayalı tasarım; çevresel veriler ile bina arasında ilişkide kullanıcı, tasarımcı ve uygulayıcı kişilerin isteklerine ideal bir şekilde cevap verip maksimum verim elde etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu ilişkide bina ve çevresel verilerin bilgisayar teknolojileri yardımı ile analiz edilip, taleplere cevap verebilecek optimum verilerin bina performansına yansıtılması beklenmektedir. Bu yöntem; bilgi ve simülasyonlar gibi sayısal teknolojilerin kullanıldığı alanlara hizmet etmekte ve çoklu parametreleri inceleyerek inşa edilecek olan binanın, performans verileriyle biçimlendiği yeni bir yaklaşımı getirmektedir.

Çevresel parametrelere göre mimari tasarım sürecinde tasarım aşamalarında üretilen alternatif çözümler değerlendirilme imkanı bu yaklaşımda mümkündür. Bu sayede; tasarımın formunun gelişmesi ve üretilen çözümlerin ideal bir boyuta kavuşması aşama aşama gerçekleştirilerek en ideal çözümün seçimine karar verimi kolaylaştırır. Diğer dijital

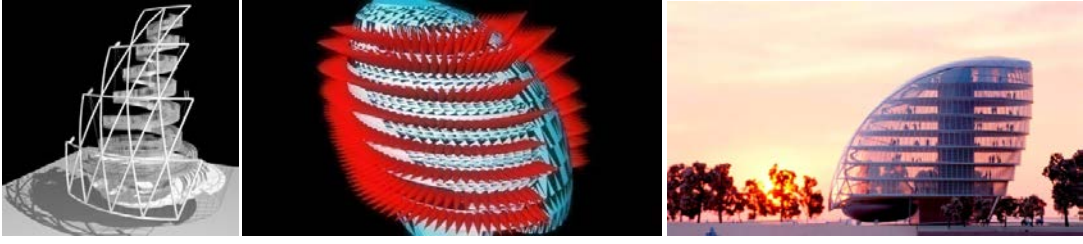
tasarım yöntemleri gibi bu yöntemde belirli bilgisayar programlar ile tasarım süreçlerinde kullanılmaktadır. Bu programlar sayesinde iklimsel, konumsal, strüktürel veya akustik gibi verilere göre biçimlenen tasarımlar, farklı parametreler ile de etkilenecek gelişmektedir.

Bilgisayar programları ve teknolojileri yardımıyla oluşturulan performans analizleri, geometrik bölünmeler yapılarak binalardaki yapısal, strüktürel, enerji kullanımı ve akışkan dinamiğiyle ilgili analizlerin yapılmasına olanak veren *finite element method* yöntemi ile yapılmaktadır (Kolarevic, 2003). Hesaplama akışkanlar dinamiği yazılımları (Computational Fluid Dynamics-CFD), bina etrafındaki hava akışını analiz ederek dijital model üzerindeki etkisi incelenmektedir.

Bilgisayar teknolojileri yardımıyla oluşturulan ilk performansa dayalı örneklerden biri olan ZED projesi, CFD analizi yardımıyla geliştirilmiştir. Enerji kullanımı üzerinde denemeler yapılarak tasarlanan bina, sürdürülebilir bir sistem kurmak için cephe kabuğunun performansa uygun şekilde biçimlenmesi üzerine iyi bir örnektir (Kolarevic, 2003).

Performans analizlerine dayalı tasarım teknikleri mimarlık pratiğinde iki şekilde kullanılmaktadır: Birinci tür kullanımda ana kararlar verilmiş ve dijital modeli oluşturulmuş bir proje çeşitli performans analizlerine göre test edilir ve proje bu sonuçlara göre revize edilir; ikinci tür yaklaşımda ise performans analizleri tasarımın erken aşamalarından itibaren tasarım girdisi olarak ele alınır ve tasarımda belirleyici rol üstlenir; mekanın biçimlenmesi bu analizlere göre gelişir (Akipek, F. Öz., Inceoğlu, N., 2007).

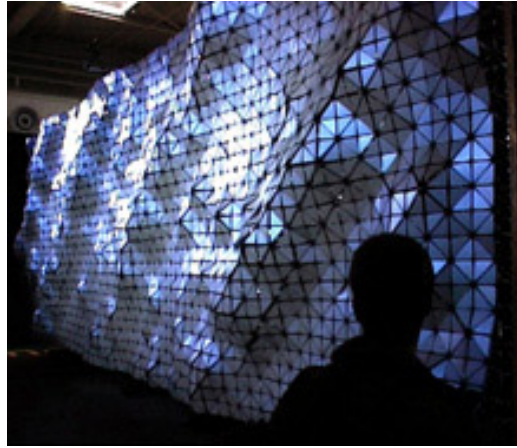
Şekil 34'te binanın akustik performansını simülasyon programları ile elde edilen verilere göre yapılan GLA Yönetim Binası, optimum koşulları sağlamak amacıyla biçimsel değişikliğe uğratarak oluşturulmuştur. Foster ve ortakları, Peter Cook ve Colin Fournier'in tasarladıkları bu binayı revize ederek yıl içindeki güneşlenme verilerine göre yeniden ele almışlardır. Kullanılan güneş panelleri hesaplanarak yerleştirilmiş ve bina eğrisel yüzeyli bir biçim olarak tamamlanmıştır (Kolarevic; Malkawi, 2004).



Şekil 34. GLA Projesi (URL-26)

Dijital tasarım ve üretim teknolojileri, her geçen gün gelişerek disiplinler bir çalışma alanı ortaya koymaktadır. Bu durum yeni teknik ve yaklaşımlarla beraber çevreye duyarlı ve tepki veren tasarımlar üretilmesine katkı sağlamaktadır. Çevresini algılayan, tepki veren ve farklı malzemelerin bir araya gelmesini sağlayan teknik çözümler, kendini yenileyen akıllı ürünler ortaya koymaktadır.

Tepki veren mekanlar; çevresel verileri algılayarak tepki veren tasarımlardır. Bu tepkiler yüzeysel hareketlenmeler, ışık, renk ve ses gibi özelliklerin değişmesidir. Bu verilerin algılanması ya da verilen tepkiler dijital tasarım teknolojilerin yardımıyla gerçekleşmektedir. Örneğin ışık ve sese duyarlı olan tasarımlar cephe sistemlerinde kullanılarak, etkileşimlere göre değişme özelliğine sahiptir. Bu durum güneşin gün boyu açısının değişmesine göre hareketlenen cephelere örnek verilebilir.



Şekil 35. Aegis Hyposurface Prototipi (URL-27)

Aegis Hyposurface Projesi (Şekil 35); dECOi mimarlık ofisi tarafından tasarlanan ve katıldığı yarışmada birincilik ödülünü alan tasarım 2000 yılında Venedik Bienalinde sergilenmiştir. Birmingham Hippodrome Tiyatro binası giriş alanında olacak etkileşimli bir sanat objesi olarak belirlenen yarışma konusu için hareket, ses, ışık ve ısı değişimi gibi

değişken etkilere cevap verebilen bir yüzey tasarlanmıştır. Bu tasarım uygulanabilmesi için disiplinler arası bir çalışma yapılmıştır (Liu, 2002). Dijital teknolojiler sayesinde tasarlanan proje, elektronik sinir sistemi gibi çalışır. Bu durum algısal bir kurgunun oluşumuna ve sensörler sayesinde de yapının canlı bir organizma gibi tepki vermesini mümkün kılmıştır.

Performansa dayalı tasarımlar; çevreye duyarlı ve uyumlu bina tasarımlarında etkin rol oynamaktadır. Disipliner bir çalışma alanı olmasına karşın, çevresel verilerin etkin kullanılmasında ve tasarım sürecindeki rolüne bağlı olarak alternatif çözümlerin bulunabilmesi dijital tasarım teknolojilerinden biri olan önemli bir yöntemdir. Malzeme ve programların geliştirilmesinde ve bu gelişimlerin bilgi tabanlı sistemlerle entegre olabilmesi, mimarlık disiplinin de faydalı bir araç olmaktadır. Tüm bu gelişmeler ve çalışmalar mimarlık alanında ve diğer disiplinler çalışmalarda geleceğe yönelik geniş çalışma alanı imkanını yaratarak, yenilikçi üretimlerin artmasına katkı sağlamaktadır.



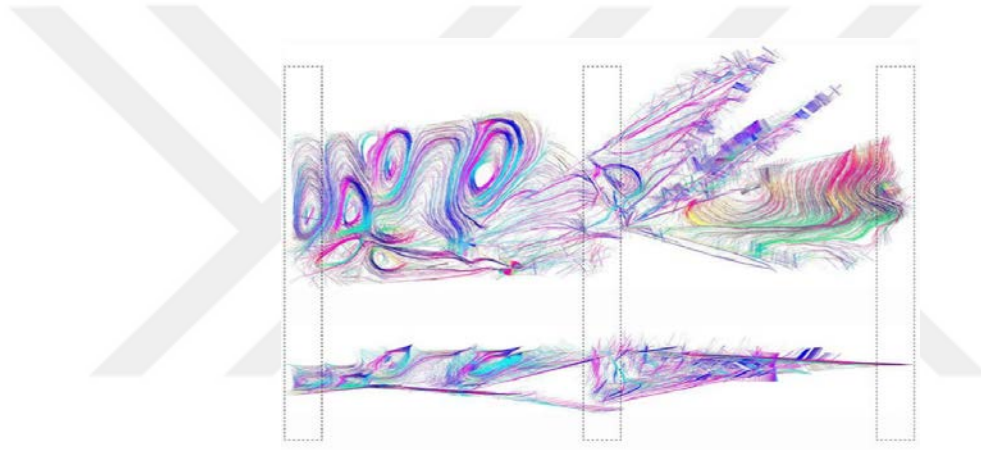
Şekil 36. NSA Muscle Sensor Modülü (URL-28)

#### 1.3.2.4.9. Animasyon Tekniğiyle Tasarım

Animasyon, Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre canlandırma anlamına gelen hareketli görüntü oluşturma tekniğidir (<http://www.tdk.gov.tr/tdksozluk>). Bilgisayar ortamında uygulanan bu teknik; iki boyutlu çizimler ve üç boyutlu modeller kullanılarak uygulanmaktadır. Görüntüler tek tek oluşturularak saniyede minimum 16 kare hızla gösterilerek bunu hareketli görüntü olarak algılanabilmektedir (<http://encyclopedia.thefreedictionary.com>).

Mimarlıkta ise tasarımın daha iyi algılanması için modellerler ve çizimlerle oluşturulan proje sunumunda ve tasarıma yardımcı olarak kullanılan bir teknik olarak yer almaktadır. Animasyon tekniği ile tasarıma yardımcı bir araç olarak kullanım, Greg Lynn tarafından bir takım araştırmalar sayesinde gelişmiştir. Şekil 37’de Lynn “Animate Form” adlı kitabında hareketin tasarıma katılarak tasarım süreci içerisinde zamanın, evrimin ve yaşam boyutunun belirleyici özellik kattığını vurgulamıştır (Lynn, 1999).

Lynn’e göre mimari biçim bulunduğu çevrenin ve sosyo-ekonomik bağlamın dinamiklerine cevap vermelidir. Bilgisayar ortamında kurgulanan tasarımların farklı parametrelere göre farklı cevaplar verebilir düzeyde geliştirilebilir olması farklı tasarımların oluşmasına imkan sağlamaktadır.

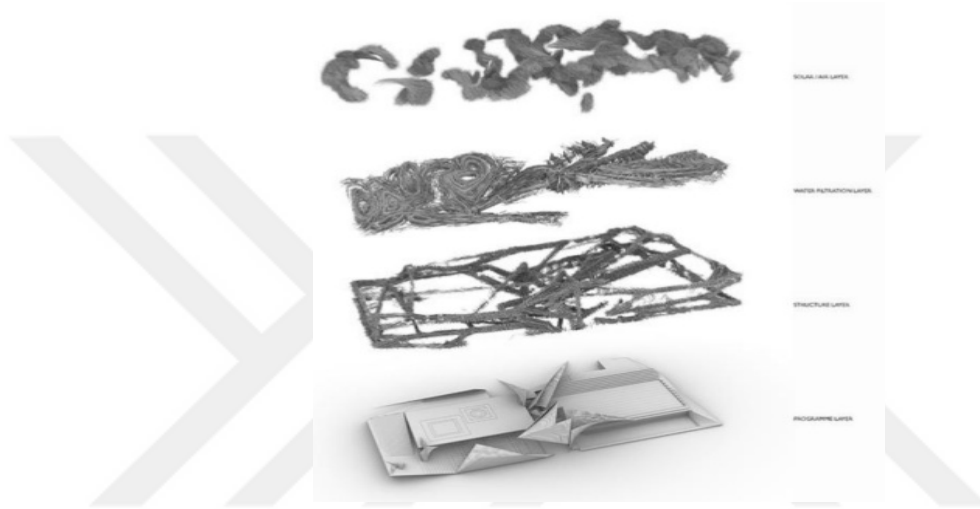


Şekil 37. Lynn Studio tarafından tasarlanan yapıya elde edilen verilerin tasarım süreci içerisindeki kullanımı (URL-29)

Animasyon teknikleri ile tasarım teknolojilerinde iki şekilde kullanımı görülmüştür: Birinci tür kullanımı form oluşturma amaçlıdır (Akipek, F. Öz., İnceoğlu, N., 2007). Belirlenen kriterlere göre değişebilen ve gelişebilen tasarımların, seçilen kesitlere göre hareketlendirilmesi ile şekillenmektedir. Bu durum tasarım aşamalarını ve formun gelişimini izleme imkanı vererek istenilen çözüme ulaşma şansı vermektedir. Bu seçimlere karar vermede animasyon tekniği yöntemi ile karar verilir.

İkinci tür ise, tasarım süreçlerinde analiz yapma amaçlıdır (Akipek, F. Öz., İnceoğlu, N., 2007). Çevresel koşulların fizyolojik olarak veri elde etme ve analiz etmede kullanılarak formun gelişimini etkileyecek faktörler belirlenerek tasarım şekillenmektedir.

Bu tür kullanımda simülasyon tekniklerinden yararlanılarak çevresel özelliklerin uygulanarak gözlenmesi mümkündür. Örneğin; güneş, rüzgar gibi fiziksel faktörlerin tasarıma etkisi büyük olmaktadır. Bu özelliklerin kullanımı ve tasarımlara yansımaları birçok açıdan önemlidir. Enerjinin etkin kullanımı, binaların konumlandırılması veya çevre-bina ilişkisinin uyumu gibi önemli parametreler bu teknik ile değerlendirilebilmektedir (Şekil 38).



Şekil 38. Lynn Studio/ Ben James tarafından tasarlanan yapıya elde edilen verilerin tasarıma uygulama aşamaları (URL-30)

Lynn, hareket tabanlı modelleme tekniklerini dört grupta inceler;

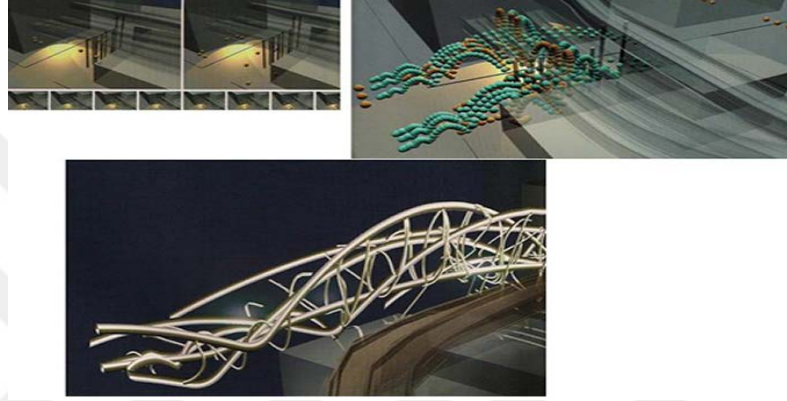
Keyframe animation, bir tasarımı oluşturan hareket karelerinin sırayla ardı ardına dizilmesi ve tasarımcının bu diziden bir kareyi tasarımında kullanmak üzere seçmesi prensibine dayanır.

Forward-inverse kinematics, mekanik anlamıyla bir nesnenin ya da nesnelerin hiyerarşik sisteminin hareketi üzerinde çalışmak üzere kullanılır. Hiyerarşi bir yapıyı meydana getiren ana yapısal elemanları ve onları birleştiren ara parçaları olarak örneklendirilebilir. Bu bileşenleri etkileyen dış etkenler ve hareketler biçimi alt birime ya da üst birime doğru değişime uğratılır.



Path animation, bir tasarım nesnesini oluşturan bileşenler belirlenen bir doğrultu üzerinde ve bu doğrultudan sapmamak üzere hareketlendirilir.

Particle emmisions tekniğinde, tasarım çevresindeki artan ve azalan güçler tasarımı etkileyecek güçler olarak algılanırlar. Bu parçaların etkisiyle tasarım hareketlendirilerek biçim kazanır. Greg Lynn'ın bu teknikle New York'taki otobüs terminal için koruyucu bir çatı ve aydınlatma projesi tasarlamıştır. Lynn'in tasarımında etki yaratan çevresel güçler; yaya, araba ve otobüs akışlarıdır (Şekil 39).



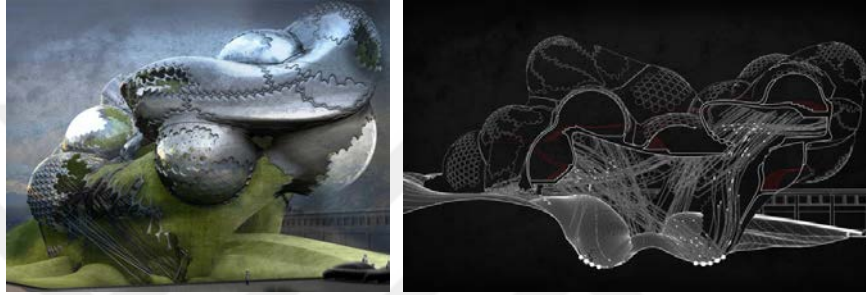
Şekil 39. Greg Lynn'ın New York'taki otobüs durakları için tasarlamış olduğu projelerin animasyon tekniği ile oluşturulma aşamaları (Lynn, 1999)

Presbyterian Kilisesi, 1999 yılında mevcut yapının kiliseye animasyon tekniği ile dönüştürülmesi ile geliştirilen bir projedir. Lynn; bu projede fiziksel çevre özellikleri analiz ederek, ek mekanlarla oluşturduğu yatay etkiyle yapının yönlendirilişini kente doğru çevirmiştir (Lynn, 1999).

Lynn'e göre bilgisayar ortamında tasarım, üç önemli faktör açısından farklılaşmaktadır: topoloji, parametre, zaman. Zaman ve hareket, animasyon teknikleri vasıtasıyla tasarım sürecine katılır (Lynn, 1999). Buna bağlı olarak tasarım ile animasyon ilişkisi içerisine hareket ve zaman kavramları da katılarak tasarıma ve tasarım sürecine farklı bir boyut kazandırılmıştır. Bu tekniklerle beraber düşünsel alt yapı sisteminin de bilgisayar teknolojiyle gelişmesi farklı alanların da etkileşmesini sağlayarak animasyon tekniklerinin kullanıldığı alan yelpazesinin gelişimine de katkı sağlamaktadır.

Karsten Huitfeldt'e ait tasarım sinematik araştırmalara dayanan yeni bir mimarlık türü önermektedir. Yapı, tasarım problemini tamamen mimari bir alan olarak ele almak

yerine, film / eğlence endüstrileri ve görsel sanatlar gibi diğer alanlardan ait teknikleri ve bu alanların duygusal, biçimsel ve görsel etkilerini esas almaktadır. Animasyon, bu proje için nihai platformdur ve bu nedenle biçimsel özellikler, geometriler, panelizasyon ve organizasyon, kararlılık, işlevsellik ve önceliklilik gibi klasik mimari dogmalardan ziyade belirli hareket ve davranışlar gibi belirli davranışlar içermektedir. Bu sınırlamaların bir kenara bırakılması, form ve hareket arasında yeni ve beklenmedik ilişkiler ortaya çıkarılması bilgisayar teknolojileri sayesinde dijital tasarım ortamının etkisi ile mümkün kılınmıştır (Şekil 40).



Şekil 40. Merging Cinema with Architecture (URL-31)

Animasyon teknikleri, bilgisayar ortamında kullanılan dijital sistemlerin arasındaki en etkileyici yöntemlerden biridir. Bu durum verilerin değerlendirilerek görselleştirme teknikleriyle beraber tasarıma farklı boyut kazandırılması diğer tekniklerden ayırmaktadır. Hem kullanıcı hem tasarımcının mekan, formu ya da çevresel ilişkileri daha iyi anlamaya yaraması hem de tasarım süreci içerisinde tasarımın, elde edilen verilerin optimum şartları sağlayacak şekilde aşama aşama izlenerek şekillendirilebilmesi animasyon tekniklerinin mimarlık ve tasarım alanlarında kullanımını önemli kılmaktadır. Bu durum hem uygulamaya hem de kavramsal açıdan tasarıma farklı bir bakış açısı kazandırmaktadır.



Şekil 41. Presbyterian Kilisesi (URL-32)

### 1.3.3. 21. Yüzyıl Mimarlığında Biyo-Dijital Tasarım

Doğal spiral ve etrafında dönen (Genetik ve Çevre) kavramsal olarak anlaşılması ve bazen ölçekler arasında izlenen büyüme stratejileridir - galaksilerden, okyanus dalgalarından, ağaçlardan, böcek uçuş yollarından mermilere ve moleküler yörüngelere kadar kozmolojik. Spiraller, evrenin gömülü hareket kabiliyetidir.” (Dollens, 2009).

“Matematiğin nicelik kavramını biz doğada mı buluyoruz, yoksa onu doğaya sokan biz miyiz?” (Poincare, 1946).

Mimarlığın doğuşuna dair organik ve teknolojik görüş, Sempers'ın fikirlerini tarihi bir damardan ve bazen de yeni dokuma ve düğüm bilgileri bağlamında referans alarak; bazen, daha metaforik olarak, bilgisayar, bilimsel ve hesaplamalı gelişmelerin, mimarlık için üretken vizyonları, teknolojileri veya stratejileri iktidara getiren yeni fikirlerin üretilmesine yol açtığı örnekleri aramak; örneğin, biyoteknoloji, algoritmik büyüme veya biyo-mimetik tasarım yoluyla (Herrmann, 1984).

“Bu sefer, doğa hakkında bilgi edinmek niyetinde değil, doğadan öğrenmek istiyoruz...” (Janine Benyus, 2012).

Chiu ve Shu (2007) 'ya göre doğadaki düzenin birçok tasarım problemlerine çözüm bulunmasına yardımcı olacak verilerin var olduğunu dile getirir. Doğadaki gözlemler sonucu esinlenilerek biyolojik kaynakları kullanabilen insanlar için yeterli gelmemektedir. Esinlenme ile doğadaki sistemlerin öğrenilmesi sınırlı bir yaklaşımdır.

Biyolojik sistemlerde, sadece bitki ve hayvanlardan değil insan anatomisinden ve jeolojik düzenden de faydalanılmaktadır. Deyoung ve Hobbs (2009), kitabında belirttiği çeşitli örnekleri hayvansal, bitkiler, canlı ve cansız organizmalar ve DNA gibi genetik sınıflandırmalar yaparak mimari tasarım süreci içerisindeki ürünlere potansiyel kaynak olabilecek veriler elde edileceği ve her bir sınıflandırmanın birbirinden farklı özellikler barındırarak tasarıma farklı bir yön kazandırdığını ifade etmektedir.



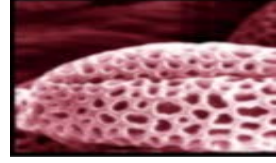
Yirminci yüzyılın sonunda dijital teknolojilerin yaşadığı hızlı ve yoğun evrim, varlığını hemen hemen tüm disiplinlerde genişleterek çeşitli sosyo-kültürel eşikleri aşmıştır. Dijitalin gelişmesi, günlük yaşamda veya işyerinde kullanılarak yaşam biçimini değiştirdi.

21. yüzyılında; sanayileşmenin etkilerinin üstesinden gelmek, yıpranan dünya düzeninin yeniden ele alınarak iyileştirilme isteği “yeni bir dünya” oluşturma ve yaşamda bir takım değişikliği zorunlu kılmayı ele alınmaktadır. Biyo-Dijital Tasarım; biyolojik ve teknolojik ilişkiler içerisinde eski-yeni çatışmasının da ele alınması, sürekliliği olan bir yaklaşımı ortaya konma fikri doğurmuştur. Teknolojinin varlığı ile sağlanacak doğanın kurallarına uygun, iyileştirme ve geliştirme temelli bir düşünceyle çağdaş bir tasarım yaklaşımı; kendi içinde organizasyonları farklı olan ancak bütüncül bir sistemdir. Biyo-dijital Mimarlık ve Genetik çalışmalar; malzeme bilimi, biyoloji, genetik, sanat, mimarlık, inşaat mühendisliği, tasarım, bilgisayar grafikleri ve insan-bilgisayar etkileşimi gibi alanları içeren disiplinler arası çalışmalardır.

### **1.3.3.1. Biyo-Dijital Tasarım Tanımı**

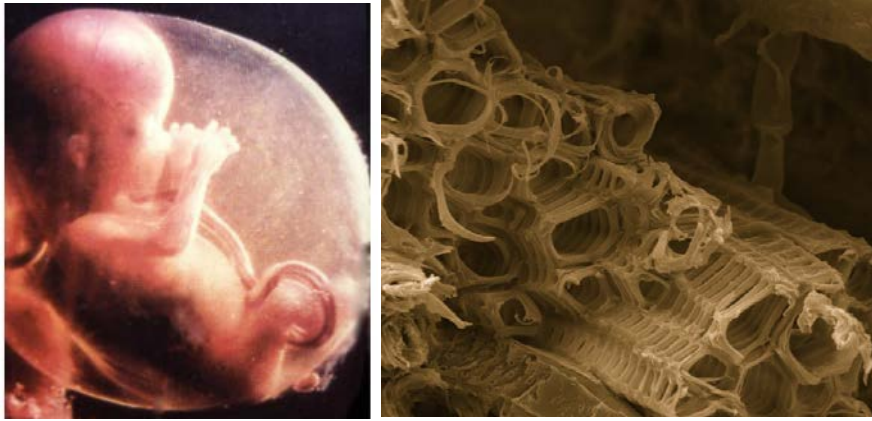
Biyo-dijital tasarım; mimarlık, biyoloji, teknoloji, genetik çalışmalar ve ekolojiyi kapsayan interdisipliner bir alandır. Yeni araştırmalar üzerinde çalışan bu yaklaşım; doğadaki verilerden esinlenir ve dijital sistemlerden yararlanır. 21. yüzyılda başlayan dönem, geleceğin organikleştirilmesi, bitkilerden ya da etten-kemikten yapılmış yaşayan yapılar, farklı parçaların sibernetik-dijital ortamda üretilmesi ya da kendi kendilerini üretmeleri gibi özellikler taşımaya amaçlatan tasarım, disiplinler arası bir çalışmayı gerektirir.

Bu çoğulcu bağlamda, hayal edilen birçok düşünce oluşturulabilir hata uygulanabilir düzeyde gelişme göstermiştir. Bu gelişme; sanat, tasarım ve tüm bilimsel alanlar için geçerli olmaktadır. Teknoloji sayesinde; malzeme, üretim teknikleri, tasarım teknikleri ve tasarım sürecindeki aşamalar evrimleşerek değişmiş ancak geleneksel yaklaşımlardan da tamamen kopmamıştır. Özellikle doğadan referans alan birçok tasarım yöntemi gibi tasarımı etkileyen tüm aşamalarda; doğayı öğrenme ve doğanın davranışlarını algılama gibi faktörler önemli kılınmaktadır. Çünkü her bir adımın bir sebebi ve onu etkileyen her aşamanın bir sonucu olmalıdır. Bir tohumun filizlenip, açması ve bir ürün edilmesi gibi örnekler verilebilir. Doğadan öğrenilen bu davranışların analiz edilip uygulanabilmesi için teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Yukarıda da bahsedilen üretim aşamaları, malzeme gibi tüm tasarım süreci biyolojik ve teknolojik sistemlerin ortak çalışma sonucunda geliştirilebilen bir süreçtir. Bu sayede sürdürülebilir bir yaklaşım sağlanarak yararlı bir sonuç elde edilir.

			
	<b>Klasik Dönem</b>	<b>Modern Dönem</b>	<b>Biyo-Dijital ve Gelecek</b>
Kronoloji	.....-19.yy	20.yy	21. yy-.....
Form	Dikey	Yatay	Organik
Strüktür	Sıkıştırma	Çekiç	Yaşayan
Materyal	Taş, tuğla, ahşap	Beton, çelik, plastik	Doğa ve DNA
Süreç veya Üretim	El Üretimi	Seri Üretim	Doğal Gelişim ve Robotik Üretim

Şekil 42. Biyo-Dijital tasarımın diğer akımlarla ilişkisi (Estévez, 2005)

Tarihte ilk kez genetikçiler mimarlar için çalışıyorlar. Mimarlar ve genetik mühendisleri; yapı malzemelerine ve “yönlendirilen” yaşanabilir alanlara dönüştürülen canlı hücreleri geliştirmek, % 100 ekolojik, geri dönüştürülebilir ve sürdürülebilir mimari üretmek, büyümenin genetik kontrolüne yönelik araştırmalar yürütmektedirler. İnşaat süreci boyunca maksimum enerji tasarrufu ve büyümesi doğal olduğu için el işçiliğine gerek duyulmamaktadır (Estévez.2005) (Şekil 43).



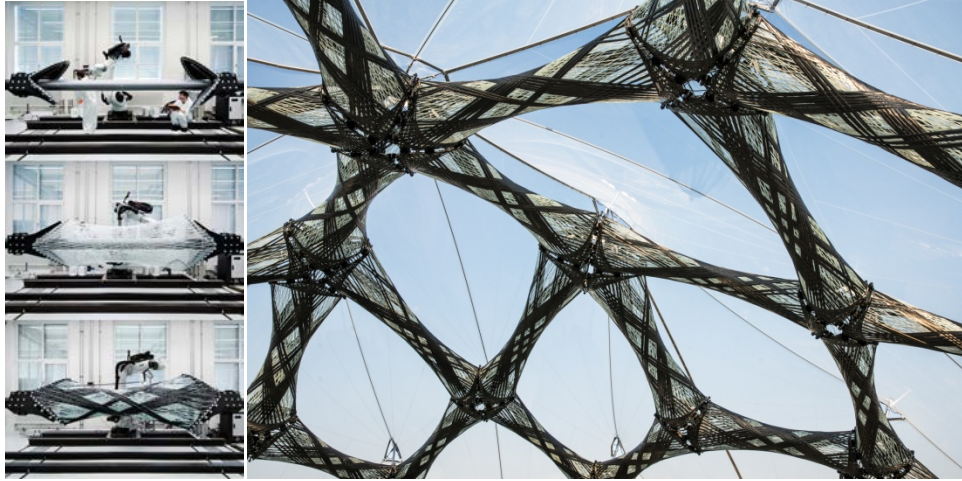
Şekil 43. Estevez'in Biyo-Dijital tasarımla ilgili büyüme temelli görselleri (Estévez, 2005, URL-33)

Doğayı sadece biçimsel olarak kullanmak yeterli değildir. Doğadan elde edilen biyolojik işlevlerle binalar güçlendirilmelidir. Bu sayede doğanın özellikleri ve nitelikleri

ile bunların dijital tasarıma nasıl seçici bir şekilde aktarılabilirliğini, aynı anda biyo-dijital mimarinin potansiyelini anlamak mümkündür. Buna ek olarak, üretken, biyolojik bir tasarım operasyonu olarak düşünme sürecini anlayabilmek için dijital araçlarla bu genetik süreci görselleştirip analiz edilmelidir. Biyolojik süreç ancak bu şekilde algılanıp, öğrenilir ve uygulanabilir bir düzeye getirilir. Tüm bu tasarım süreci içerisinde tasarım; doğayla kavramsal olarak da bağlanması gerekir.

Düşünce alt yapısı olarak biyo-dijital tasarım süreci; tüm bilinç ve düşünmeyi, yaşamın ve dolayısıyla doğanın parçaları olarak görür. Tüm tasarım ve mimari, bilinç ve düşüncenin bileşenleridir. Bu nedenle tasarım ve mimari, doğanın parçalarıdır. Biyo-Dijital tasarım süreci içerisinde düşünsel alt yapının oluşturulması ve doğada bulunan nesnenin kullanılması dijital sistemlerle mümkündür.

Dijital sistemlerin varlığı, genetik bir süreç olarak görülen dijital tasarım ve üretim çalışmalarını kapsar. Çizilebilecek olanın inşa edilebileceğini bilmek önemlidir, çünkü dijital araçlar kullanılarak çizilebilmek, robotlaştırılmış kendi kendini inşa etmeyi ve yapay büyümeyi sağlayan dijital bir DNA'ya sahiptir. Günümüzün üretim sistemlerinde alışılmış olduğu kadar fazla model veya kalıp üretmek için dijital teknolojiler kullanmak “Model yok, kalıp yok!” söylemi ile eleştirilir (Estévez, 2008).



Şekil 44. Stuttgart Üniversitesi- Buga Fibre Pavilion (URL- 34)

Buga Fibre Pavilion (Şekil 44), 2019 tasarımda biyolojik sistemlerde en çok kullanılan taşıyıcı malzemesi olan elyaf kompozit kullanılmış ve doğadaki değişim performansının yapıda uygulanabilmesi için dijital üretim araçları kullanılmıştır. Bu durum

değişken parçalardan bir araya gelerek oluşturulan bu tasarım “model yok, kalıp yok” söylemine de uymaktadır.

Üretken fikirlerin geliştirilmesi ile ilişkilendirilen biyo-dijital tasarım; temel nitelik olarak doğanın ilkelerini ele alır. Doğadaki canlı veya cansız nesnelerin tüm özellikleri inceleyerek hedeflemiş olduğu çözüme ulaşmayı amaçlar. Nesnenin fizyolojik özelliklerini, biyolojik özelliklerini, karakteristik yapısını ve bulunduğu çevredeki tavır ve davranışlarını ele alır. Tasarım süreci içerisinde amaç; sürdürülebilir, yararlı, çevresel sorunlara çözüm olabilecek, doğadaki sistemlere uyumlu yenilikçi bir bakış açısı kazanmaktır. Bu süreç içerisinde matematik, kimya, mühendislik gibi disiplinlerden yararlanır. Tasarım kararları içerisinde; form, malzeme, sürdürülebilir çözüm, üretim teknikleri gibi 21. Yüzyıl ve geleceğe yönelik bir yaklaşım hedeflenmektedir.

Richard Dawkins’in Genişletilmiş Fenotip adlı kitabında; yaşamın doğal bir süreç içerisinde evrimleştiği ancak mimari, tarım, zanaat gibi alanların zaman içerisinde birbiri ile etkileşim içerisinde geliştiğini vurgular. Üretim teknikleri, malzeme gibi teknik donanımların yine doğaldan elde edildiğini söyler. Bina tasarım süreci içinse; ihtiyaca bağlı başladığı ancak doğadaki canlı organizmalardan etkilendiğini yani evrimleşmiş canlı yuvaları, kovanları gibi esinlenen barınaklardan ilk yaşam alanları oluşturulduğunu ifade eder.

21. yüzyıl mimarisinde ortaya çıkan Biyo-Dijital Tasarım düşüncesi; geleneksel tekniklerin geliştirilip günümüz bilimsel araştırmalara cevap verebilecek yeni bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın; kötüleşen doğal yaşamın tüm dünya ekosisteminde meydana getirdiği veya getireceği olumsuz şartlara çözüm üretebilecek bir çözüm aracı olması hedeflenmektedir. Biyo-Dijital tasarım; doğadan esinlenir, öğrenir, gelişir ve evrimleşir bir sistemdir. Tüm bu sürecin yaşanması için zamanın tüm teknolojik imkanlarını kullanarak, birçok disiplinle ortak çalışır. Bu nedenle gelecek için Biyo-Dijital tasarım yaklaşımı özellikle mimarlıkta önemli bir yer tutmaktadır.

### 1.3.3.2. Biyo- Dijital Tasarım Yaklaşımında Tasarım Kararları

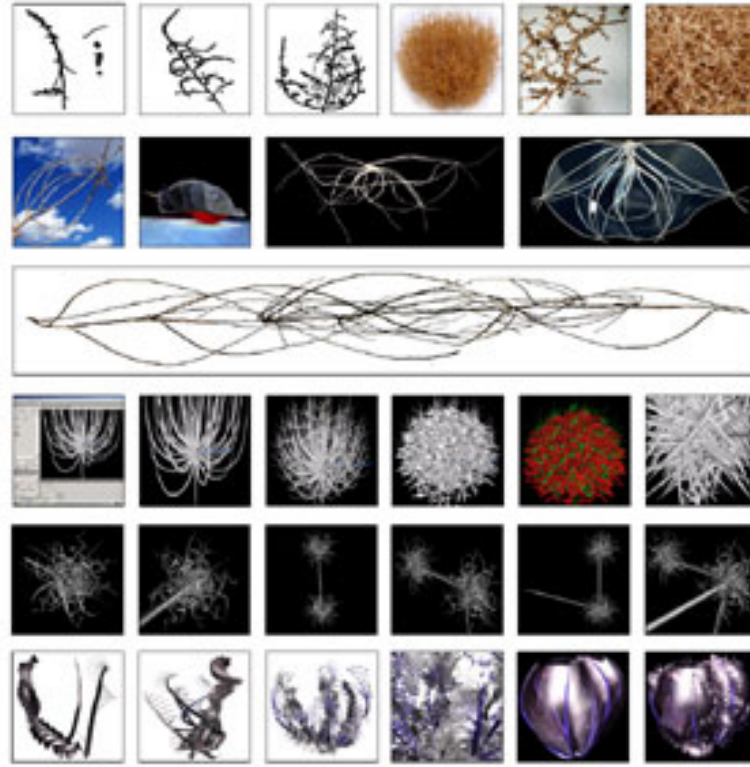
Doğa birçok mimar ve tasarımcı için ilham kaynağıdır ve birçok farklı alanda ve farklı biçimde ele alınıp kullanılmıştır. Tarih incelendiğinde doğadan elde edilen doğal formlar daha çok romantik bir yaklaşım olarak kullanılmış, mimari öğelerde süslemeler olarak yer almıştır. Bu mimarlardan biri olan Louis Sullivan'ın Mimari Süsleme Sistemi, analog, aşkın şiirsel, yarı bilimsel ve süstür. Süsleme sistemi, tasarım gelişimine ve belki de bir botanik mimarisinin tohumuna ilk itici güç olarak geometrik yüzey hacimlerinin ve bitki benzeri büyümenin üretilmesi için bir dizi adım, bir formül ve gevşek bir algoritma oluşturur. Geometri geliştikten sonra dekoratif olarak kullanılan ve botanik yaşamın büyümesine yol açan fiziksel ve metaforik adımların ilerlemesi belirtilmiştir (Dollens, 2009).



Şekil 45. Dollens'in yaprak formunun evrimleşme sürecinin grafiksel anlatımı

Biyo-Dijital tasarımda, form yeni arayışlar için imkan tanımaktadır. Elde edilen bütün veriler değerlendirilerek kullanılır ve başlangıçtan itibaren formun evrimleşme süreci takip edilir. Bu durum formun doğayı taklit ederek oluşturulan biyomimikri gibi sadece fiziksel özelliklerini ele alarak oluşturulmaz. Aynı zamanda doğadaki sürekli değişen süreci forma yansıtır. Bu nedenle form birçok farklı varyasyon üzerinde tartışılarak geliştirilir. Bu süreç içerisinde formun oluşması; 3d çizim ve görselleştirme programları (CAD, Rhino, vb.), analiz programları (X-fog, vb.) (Şekil 46), 3 boyutlu yazıcılar ve robotik kollar sayesinde değerlendirilir.





Şekil 46. X-frog analiz programı ile bitkisel dokuların dijital ortamda gelişim sürenin incelenmesi (URL- 35)

Biyo-Dijital Tasarımda form; karmaşık ancak kendi içerisinde bir düzen oluşturan yaşayan bir sistem olarak düşünülür. Bu nedenle formun oluşmasında birçok sistem etki etmektedir. Biyo-Dijital tasarımla form oluşturulma sistemi içerisinde tasarım kararları;

- Biyolojik Tasarım Kararları
- Dijital Tasarım Kararları
- Kavramsal Tasarım Kararları
- Form Tasarım Kararları gibi dört ana başlık etrafında incelenecektir.

#### I. Biyolojik Tasarım Kararlarının Belirlenmesi

Mimarlık tarihi süreci içerisinde mimarlık ve doğa ilişkisi mimarlar için devamlılığı olan bir kaynak ve yenilikçi alanlardan biri olmuştur. Yedekçi'ye göre (2015) bu ilişki organik (biyolojik, bitki vb.) ve inorganik (jeolojik dokular, akış vb.) sistemlerin sadece

görsel anlamda bir yaklaşım değil aynı zamanda teknolojik sistemlerin gelişmesi ile yapısal olarak da kullanılma durumu önemsenmektedir. Bu değişim yeni kavramların ortaya çıkmasına ve yeni ortaklıkların oluşmasına vesile olmuştur. Mimarlıkta biyolojik tasarım süreci gelecek mimarisi ve yaşamı için önemlidir.

Bio-Dijital Tasarım içerisinde doğadaki verilerden biçimsel olarak kullanım açısından Biyolojik Tasarım Kararları dört ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

Topografik Özellikler:

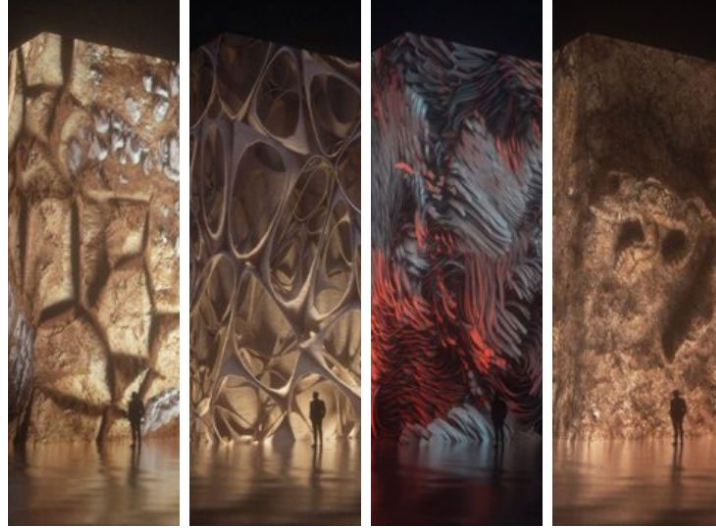


Şekil 47. Balmond'un topografik sistemlerle ilgili görselleri (URL-36, URL-37)

Dijital tasarımda, tasarımcılar formu tanımlamak için bazı parametreler kullanırlar. Dijital tasarım, doğanın tasarıma evrimsel yaklaşımını taklit eder. Tasarımcılar için öncelikli hedef, tasarıma uygun dijital ve biyolojik kararların alınmasıdır. Bu nedenle birçok parametre eklenerek tasarım sınırlanır. Topolojik özellikler kullanılarak oluşturulan tasarımlar bu duruma örnektir. Topolojik tasarımda; dijital kararların alınabilmesi için olası birçok çözümün permütasyonu alınarak alternatifler üretilir. Doğadaki çizgilerin ve var olma nedenleri araştırılarak formun oluşturulması yine dijital yöntemlerle gerçekleşir. Bu sayede neyin neden var olup olmadığı, işlev form ilişkisi ve çevreyle bağlantısı öğrenilmiş olunur (Cunha, 2018).

“Future and the Arts: AI, Robotics, Cities, Life – How Humanity Will Live Tomorrow” sergisi için Ouchhh Tasarımcıları, GAN (Generative Adversarial Network) ve yapay zeka algoritmalarını kullanarak, Göbeklitepe verilerinden (Çanak Çömleksiz Neolitik Çağ'a ait) öğrenmeyi amaçlayan yeni bir veri modeli oluşturarak bir yeni dünya olanaklarının geçmişteki verileri değerlendirerek yeni bir vizyon elde edilmesi gerektiğini

vurgulamaktadır (Şekil 48). Bu yaklaşım için; dijital sistemlerle biyoteknolojiyi birleştirmeyi hedeflemektedir.



Şekil 48. Vlasov'un Topografik temalı tasarımı (URL-38, URL-39)

Şekil 49, Ukraynalı tasarımcı Roman Vlasov, doğanın salt olarak bulunduğu alanlarda zarif ve keskin ayrıntılarla yeni bir yaklaşım olan “sadece mimari”ye odaklı tasarımlar yaparak doğa ile mimarinin uyumunu vurgulamak istemiştir. Tasarımlarında doğanın basit ve yalın çizgilerini kullanarak var olan bölgenin topografik özelliklerini yansıtmaktadır. Vlasov'un tasarım kavramları, doğanın yan yana yerleştirilmesine ve uzunlamasına bir binada keskinliğine, akışkanlığına, düzgünlüğüne, saflığına, şıklığına ve soyutluğuna dayanarak bölgenin topolojik zenginliğini algılanabilir kılmıştır (URL-40).



Şekil 49. Striking Architectural Concepts, Roman Vlasov (URL- 41)

## Bitkisel Organizmalar

Gelişen mimari düşünce yapısının ana kaynağı doğadır. Doğanın sunduğu sınırsız öğrenme alanları; mimar ve bilim insanlarının ortak çalışmasıyla ilerlemektedir. Geleceğin tasarımlarının nasıl olması gerektiği ve öngörülen problemlerin çözümünün yine doğa kaynaklarının olacağı söylenmektedir.

Doğa; çeşitli organizma, ürün ve kaynak barındırır. Her bir organizmayı veya düzeni algılanıp öğrenilmesi zaman alan bir süreçtir. Bu durum öncelikle doğayı olduğu şekilde kullanılması, taklit edilmesi, öğrenilmesi ve analiz edilerek yeniden dönüştürülmesi gibi zamana bağlı değişim göstermiştir. Doğanın kuralı olan değişim ve gelişimin yansıtılabilmesi için var olan organizmalar incelenmelidir.

Doğada var olan bitkisel organizmalar; biyolojik sistemlerin temeli oluşturan parametrelerden biridir. Bitkisel organizmalar; doğadan esinlenilerek en çok kullanılan sistemlerdendir. Farklı bölgelerdeki çevresel şartlara göre değişen, evrimleşen ve gelişen bu organizmalar; felsefi boyutundan, yaşam tarzına, formdan, malzeme ve üretim biçimine kadar yaşamın kaynağını oluşturmaktadır.



Şekil 50. Bitkisel Dokular (Balmond)

Bitkisel organizmalar; biçimsel esinlenme, doğanın tekniğini öğrenme, kendi içlerindeki düzenin ilkelerini algılayabilme gibi çeşitli yararlanmalar sağlayarak birçok alana hizmet etmektedir. Mimarlık ve tasarım alanı da bu verilerden ilham alan disiplinlerden biridir.

Biyolojik Tasarım; biyoloji ve tasarım arasında interdisipliner bir terimdir. Mike Jones'un Noblet adlı kitabında bitkisel organizmaların fiziksel çevresi içerisindeki düzeni ve birbirleri ile ilişkisi sonucu biçimsel bir gelişme göstermesi durumu için bitkisel organizmaların form açısından ilham kaynağı olduğunu vurgular.

Mimarlık ve tasarım alanlarında biyolojik sistemler;

-Form,

-Strüktür

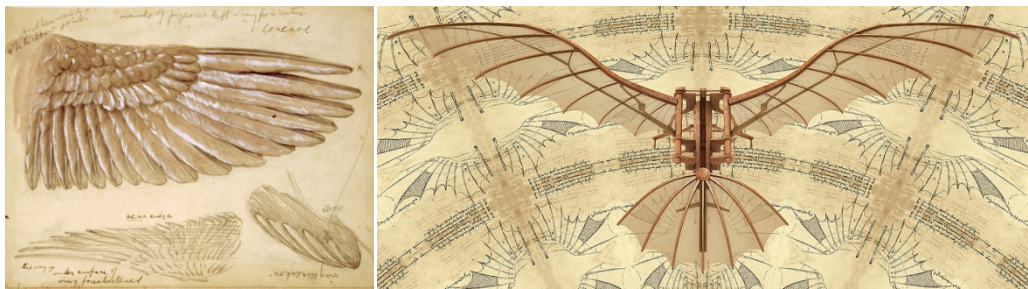
-Malzeme

-İşlev

-Üretim Biçimi gibi alanları etkilemektedir.

### Hayvansal Organizmalar

Biyolojik sistemlerden bir diğeri olan Hayvansal Organizmalar; doğayı öğrenip, yaşam biçimimizi onların düzeni gibi değiştirebileceğimizi ve üretimlerimizi de onlardan edindiğimiz bilgiler ışığında yapabilmemizi sağlayacak donelerin olduğu ifade edilir. Hayvansal organizmaların fiziksel çevredeki davranışları, enerji kaynaklardan faydalanma, malzeme, strüktür ve fizyolojik durumu bilimsel ve tasarım alanları için kaynak olarak görülmektedir.



Şekil 51ve 52. Da Vinci'nin Keş Kanatları Çizimi, Tasarladığı Makine (URL-42, URL-43)

Hayvansal organizmaları gözlemleyip inceleyen bilim insanlarından biri olan Leonardo Da Vinci; kuşların, atların, balıkların ve yarasaların uçuş hareketlerini ve

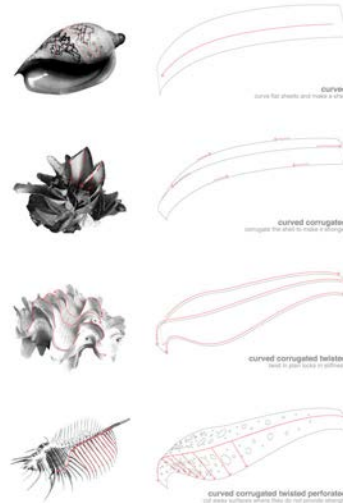
anatomisini gözlemlemiş ve bu bilgiler ışığında makineler ve araçlar tasarlamıştır (Şekil 51 ve 52). Bu tasarımların günümüz de bile ilham kaynağı olmaya devam etmektedir.

Hayvansal organizmalar, sadece anatomik yapılarının incelenmesiyle ortaya çıkan verilerin kullanılmasıyla değil aynı zamanda doğal bileşenler kullanarak ürettikleri doğaya uyumlu malzemeler açısından da önem arz etmektedir. Örümcek ağları, kozalardan üretilen ekolojik malzemeler bunlardan birkaç tanesidir. Yenilikçi malzemelerin, sürdürülebilir ve doğaya uyumlu olması gezegenimiz açısından doğal sistemlerin tahribinin azaltılması ve doğal kaynakların verimli kullanılmasına imkan tanır.



Şekil 53. Örümcek Ağı ve Şekil 54. Koz (Balmund, URL-44)

Hayvansal organizmalar, tasarım ve mimarlık alanında strüktürel ve form ilişkisi üzerinde de yararı vardır. Bu yapısal incelemeler için dijital tasarım yöntemlerinden faydalanılmıştır.



Şekil 55. Deniz Kabuğundan Esinlenilen Shi Ling Köprüsü

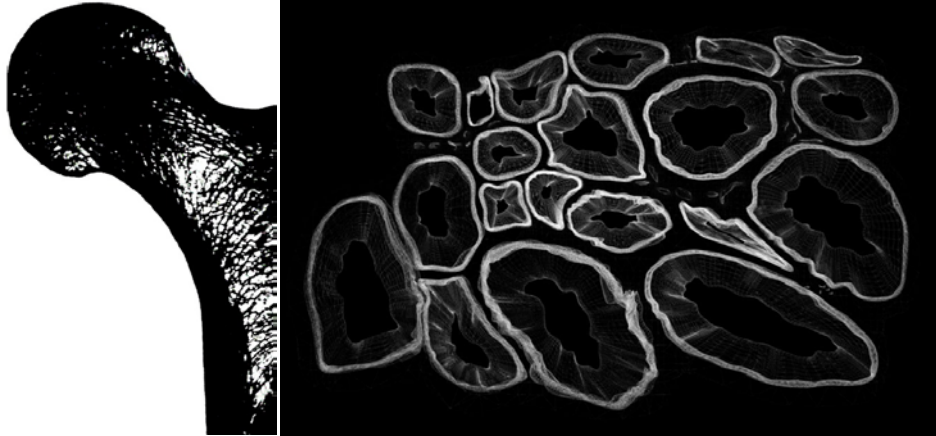
Tasarımda deniz kabuklarının (Şekil 55), eğimli, katmanlı ve sert geometrisine atıfta bulunuluyor. Bu bağlamda strüktürün optimum güç/ ağırlık oranını sağlayabilmek için malzeme olarak çelik seçilmiş (URL-45).

### Genetik Özellikler

Biyolojik sistemlerden biri olan genetik özellikler; DNA ve protein sentezi gibi biyokimyasal olayları tanımlar. Doğadaki karmaşık sistemlerin analizleri, yaşam üzerindeki çeşitlilik ve uyum yeteneği gibi mekanizmaların algılanmasını sağlayan genetik özellikler, mimarlık ve tasarım alanında yeni yaklaşımlardan biridir (Yedekçi, 2015).

Organizmaların birbiri ile ilişkileri, kimyasal reaksiyonların alt bileşenleri mimarlık ve tasarım süreci içerisinde davranışsal ve yapısal çözümlemelere katkı sağlar. Bu durum daha karmaşık yapıların oluşturulmasına imkan tanır. Organizmaların geçirdiği evrim sürecini mimarlıkta form üzerinde uygulayarak dinamik ve hiyerarşik bir düzen oluşmasına sebep olur.

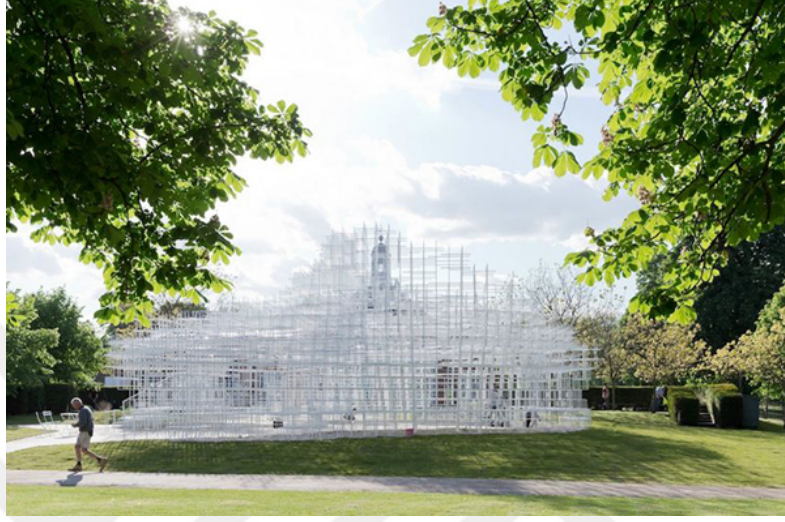
Genetik organizmalara; atom, molekül, hücreler örnek verilebilir.



Şekil 56. Balmond'un genetik sistemler örneği ve Şekil 57. Hücre Anatomisi (Balmond, URL- 46)

Şekil 58'de görülen 1960'lı yıllarda DNA'nın keşfi ile birçok keşif ve yeni çalışma alanları bilim dünyasına eklenmiştir. Biyolojik ve bilgisayar çalışmalarının gelişmesiyle ortak ilerleyen araştırmalar; genetik sürece benzeyen tasarım pratiği düşüncesini gündeme

getirmiştir. Bu nedenle büyüyebilir, gelişebilir, kuralcı, katılımcı ve esnek bir formun tasarlanması bu genetik özelliklerden oluşan bir süreçtir. Bu özelliklere uygun esnek, açık uçlu ve katılım kavramlarının ön planda olduğu bir tasarım olan “Bulut Ev” sınırların silikleştiği bir mekan anlayışı vardır (URL-47).



Şekil 58. “Bulut-ev”, Fujimoto

## II. Dijital Tasarım Kararları

Dijital tasarım; sayısal sistemlerin gelişmesiyle ortaya çıkmış ve formun oluşma sürecine hem doğrudan hem de dolaylı olarak etki etmektedir. Matematiksel hesaplamaların bilgisayar sistemlerinde kullanılması birçok disiplinlerin farklı alanlarına hitap edecek düzenlemelerin oluşmasını gerektirmiştir. Süreç ilerledikçe ve yeni kavramlar oluştuğu her disiplin için yeni çalışma alanlarını ortaya çıkarmıştır. Mimarlıkta ise; dijital sistemlerin gelişimi tasarım sürecinden üretimine kadar tüm aşamaları etkileyen bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Bu sistemlerin gelişmesi süreklilik durumu içerisinde gerçekleştiği için düşünsel alt yapısının oluşturulması için yeniden süreci değerlendirmişlerdir.

Dijital Tasarım süreci içerisinde birçok bilim alanından uzmanlar; düşünsel alt yapısı için farklı kavramlar ve bağlamlar ortaya koymuşlardır. Mimarlık, felsefi, dijital sistemler için ortaya koyulan kavramsal süreci içerisinde Deleuze önemli bir yer tutmaktadır. Onun



fikirleri ile bilimsel çalışmaların kesiştirilmesi sonucu dijital tasarım kararlarını etkileyen kavramlar belirlenmiştir.

Deleuze'nin ortaya koyduğu felsefi yaklaşımlar şunlardır: Popülasyon, Özgüllük-Yoğunluk, Topolojik Düşünce. Bu kavramların mimarlık kuramları açısından birçok mimara ilham kaynağı olduğu söylenebilir. Ancak bu kavramların bir araya getirilip ilişkilendirilmesi Deleuze'nin kazandırdığı bir bakıştır. DeLanda'ya göre bu kavramların sayısal tasarım süreci ile ilişkili olduğunu savunarak düşünsel strüktürünü oluşturduğunu ifade eder. Sürecin algılanabilmesi için ortaya atılan bu üç kavramın incelenmesi gerekmektedir.

Popülasyon: Deleuze'nin tasarımın başlangıcı olarak düşündüğü üç kavramdan biri olan popülasyon; zamanla değişen yani evrimleşen formun tekil değil çoğul olarak değişim yaşadığı ve çevresel verilerden etkilenerek ürediğini ifade eder.

Yoğunluk: Yoğunluğu sağlayan içeriklerin bütünden bağımsız şekilde kendi içinde evrimleştiği süreci temsil eder. Deleuze göre; bir organizmaların kendi içindeki maddesel veriler sayesinde dönüşüm üretken bir sistemi tanımlar. Bu dönüşüm sırasında özünün kaybetmemeyi vurgular.

Topolojik Düşünce: Doğa ve teknolojinin kesişim sonucu formun evrimleşme süreci incelenmesi gerekmektedir. Bu incelemeler sonucunda her ne kadar farklı yeni form arayışı içerisinde olunursa olunsun her bir değişim başlangıç referansından farklı olmadığı ifade edilir. Ancak formun evrimleşme sürecinin sürekliliği olması ve çevresiyle ilişik bir gelişim sağlaması gerekmektedir.

Deleuze'nin bu üç kavramı sonucunda DeLanda'nın kavramları bir araya getirerek dijital sistemlerin form üzerinde etkili olduğunu düşündüğü yeni kavramlar ortaya atmıştır. Hem felsefi hem de bilimsel düşüncenin kesişmesinin somut olarak algılanabilmesi için mimari formu etkileyen bu yeni kavramlar şu şekildedir:

-Doğrusal olmayan (Non-Linearity): Doğrusal olmayan sistemler; düzensiz, kaos ve karmaşıklık temsil eder. Daha çok hesaplamalı sistemlerin yardımı ile oluşturulan ve çözülen bu sistemlerin matematiksel temelli olması sebebiyle formun katmanlı bir hesaplama sonucunda karmaşık bir düzen içerisinde olduğu ifade edilir.

-Bağlar arası (inter-connectivity): Formun evrimleşme sırasında ilişkisi olduğu her çevresel yapı taşının sürece dahil olması durumudur. Her bir aşama birbiri ile bağlı olup, bütünsel bir değişim söz konusudur.

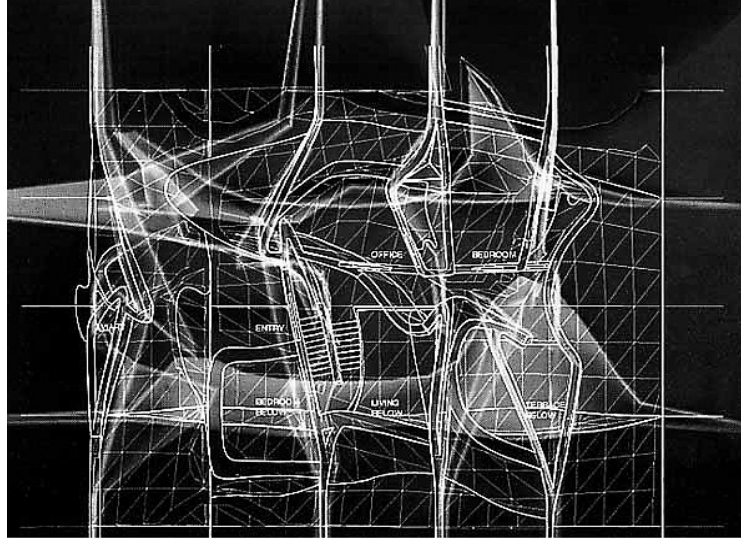
-Süreklilik (continuity): Süreklilik kavramı mimarlıkta birçok anlamda kullanılmaktadır. Dijital tasarımda süreklilik, yapının niteliği, malzemesi, bulunduğu çevreye sağladığı yarar gibi parametreleri içerir. Teknolojik süreçte formun sürekliliği; devamlılık, bütüncülük, eklenebilirlik olarak düşünülebilir.

-İletişim ağı (networks): Her bir parametrenin birbiri ile ilişkili olduğu ve küçük bir değişimde bile tüm sistemin verilerinin değişerek formu etkilediği bir süreçtir.

-Dinamizm (dynamism): Dinamizm kavramı; davranışları canlı ve hareketli olan canlının özelliği olarak tanımlanmaktadır (TDK, URL-48). Doğal sistemlerin hareket kavramının sayısal sistemlerdeki örgütlenmesi ve bu örgütlenmenin hem forma hem de yapının davranış kazanması durumudur.

21. yüzyılda değişkenlik ve dinamiklik kavramlarının ön planda olduğu bilinmektedir. Deleuze felsefesiyle kavramlaşan dinamizm, D'Archy Thompson'un 1917'de yazmış olduğu "On Growth Form" adlı araştırmasıyla doğadaki organizmaların varoluşu, değişimi, evrilmesi fiziksel süreçle ilişkilendirilir (Oxman, 2006).

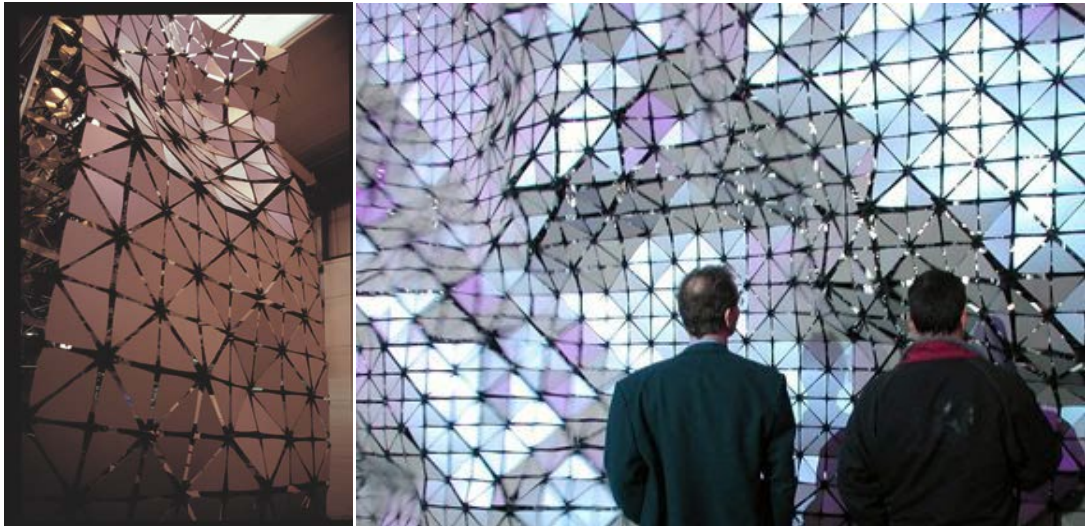
-Şema (Diyagram): Dijital tasarım yöntemleri ile gerçek mekânlar yerine sanal mekanların üretimine doğru bir süreç gelişmektedir. Bu süreçle hayali bir başlangıç olarak mekan, form, malzeme gibi somut değerlerin sınırları belirsizleştirilerek yeniden kurgulanır. Bu sanal gerçeklik dijital üretim araçları ile görselleştirilerek algılanması sağlanır. Bu tekniklerden en çok kullanılan diyagramatik çizimlerdir. Diyagramlar; gelişen birçok yeni verilerin mekan ve form üzerinde nasıl etki gösterdiğini, nasıl biçimlendiğini ve ne şekilde birbirileri ile ilişki sağlandığını tanımlamada kullanılır.



Şekil 59. Competition for a Virtual House 1997. Peter Eisenman (URL-49)

-Örüntü: Doğada var olan örgütlenme sürecini algılayabilmek için algoritmik sistemler kullanılır. Hem doğanın hem de salt geometrinin oluşturmuş oldukları örüntü; bu sistemlerin kullanılması sonucu ortaya çıkmıştır.

-Hiper-bağlar (hyper connectivity): Forma, duysal özelliklerin katılması durumudur. Form dijital sistemler sayesinde çevresine tepki verebilen bir sistem içinde kurgulanır. Bu durumun algılanabilirlik düzeyi; renk, doku, ışık, hareket gibi fiziksel özelliklerin yansıtılması sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 60. Aegis Hipos Yüzey, Mark Goulthorpe ve dECOi

'Aegis', çevreden gelen elektronik uyarılara (hareket, ses, ışık vb.) Gerçek zamanlı olarak fiziksel olarak deforme olma potansiyeline sahip olan metalik bir yüzeydir. 'Aegis', otoplastikten (belirleyici) ve alloplastik (etkileşimli, belirsiz) kavramlarının kesişimiyle uzaya geçişi işaretler (URL-50) (Şekil 60).

-Hiyerarşik olmayan yapılar (non-hierarchical structures): Charles Jencks 'Günümüzün İkonografisine Doğru (Toward an Iconography of the Present)' adlı çalışmasında, her bir ürünün birer simgesel özellik taşıyacağından ve hiyerarşik düzenin yerine daha bireysel etkilerin geçerli olacağını ifade eder. Mimarlıkta değişim ve dönüşümün; biyolojik ve dijital sistemlerin etkisiyle farklı, hiyerarşik olmayan bir düzen içerisinde gerçekleşeceği öngörülür. Strüktür sistemlerinin oluşmasında da bu veriler ışığında daha özgün, değişebilir ancak hiyerarşik bir biçimlenmeden kaçınılarak gerçekleştirilir.

### III. Kavramsal Tasarım Kararları

21. yüzyıl mimarlığının düşünsel alt yapısının oluşması, tarihi süreçler içerisinde günümüze kadar gelen mimarlığın evrimleşme grafiği ve etkilendiği kavramlardır. Her bir dönem bir önceki dönemlerdeki düşünsel alt yapıdan beslenerek geleceğe şekil verecek yeni kavramlar ortaya atılır. 21. Yüzyıl mimarlığı da bu şekildeki etkilerden gelişecek ve şekillendirilerek geleceğe yön verecek adımlar atmaktadır. Bu dönem içerisinde, bilimsel çalışmaların imkan verdiği doğrultuda eski verilerin geliştirilip yeni çalışmalar yapılma düşüncesi odak noktasıdır. Bu çalışmaları yaparken hem biyolojik hem de dijital sistemler kullanılmış ve birçok yeni kavram ortaya atılarak geleceğe yön verecek mimari stilin daha iyi algılanması sağlanmak istenmiştir. Bu kavramlar belirli bir kaynaktan alınan kavramlar değildir. Birçok farklı kaynaklardan derlenerek biyolojik ve dijital sistemleri etkileyen kavramlardır. Onat, Khouli, Maxwell'e göre derlenen kavramlar şunlardır:

-Simgesellik: Mimarlığın kendini fark ettirme yolu olan biçimsel dili, çevreye ve insana birçok bilgi vererek bir bağ kurar. Bu bağ; aidiyet, kimlik, kültürel değer gibi birçok kavramla ilişkilendirilebilir (Bielefeld, Khouli, 2010). Mimarlığın işlevsel olma kaygısı güdmeyen ancak varlığını hissettiren bulunduğu çevreye kimlik kazandıran ya da çevrenin kimliğini yansıtan biçime sahip yapılar simgesellik barındırdığı söylenebilir. Simgesellik; form, malzeme, yüzey ve strüktür olarak ele alınsa da asıl kullanım şekli daha çok form kararlarıyla sağlanır.

-Anıtsallık: Geleneksel bir yaklaşımı, güçlü bir anlamı olan bir kavramı anlatan yapılarıdır. Bu anlatımı bulunduğu fiziksel çevreyle ve almış olduğu biçimsel dille ifade eder.

-Birlik: Bütünlük birleştirici gücüyle parçaların otonom karakterinin fark edilmesini sağlarken, öylesine toparlayıcı bir güçtür ki birlik çoğulluk bire dönüşme durumudur (Gür, 1998). Ölçü, oran, hiyerarşik gibi kavramların biçim üzerindeki algılanabilirlik durumu olarak da değerlendirilebilir. Biyolojik sistemlerde bu durum, nesnenin bulunduğu çevreyle yapmış olduğu uyum olarak da ele alınmaktadır.

-Denge: Tasarım sürecinde kullanılan kavramların biçim üzerindeki etkisinin uygunluğu olarak tanımlanabilir. Bu durumun formun evrimleşmesi süresince zıt yaklaşımların karşılaştırılıp birlikte kullanımını sağlamak gerekmektedir.

-Düzen: Düzen kavramı; tarihi süreçlerden günümüze kadar matematiksel oranların birbiri ile uyumu olarak tanımlanmaktadır (Bielefeld, Khouli, 2010). Zaman ilerledikçe, bilgisayar sistemlerin tasarım dünyası içerisinde kullanılmaya başlanması bu durumu devam ettirmiştir. Tasarım imkanlarının artması karmaşık formların kullanılmasına neden olmuştur. Bu nedenle biçimsel düzen içerisinde düzenli ve düzensiz form anlayışı oluşmuştur. Ancak biyolojik sistemlerin tasarımda kullanım alanlarının artmasıyla doğadaki düzenin sadece matematiksel hesaplamalarla değil aynı zamanda organizmaların birbirileri ile ilişkisinden doğan bir uyumdan bahsedilmektedir. Bu durum organizma düzeni olarak adlandırılabilir.

-Devamlılık: "Gelenek Newton yasası gibidir, değişik biçimlerde hep sürer gider" diyor (Maxwell, 1995, s. 104; Gür, 1998). Zamanla değişen kültür, bilim, sanat geçmişten gelen ve geleceğe ışık tutan bilgileri yansıtır. Bu yansımaların en somut ürünlerini mimari tasarımlar ortaya koymaktadır. Mimarlık ürünlerinin algılanabilirlik durumu ise formun çevreyle ilişkisi sonucu belirginleşmektedir. Form; birçok yaklaşım ve teknikle devamlılık hissini sağlayabilmektedir. Geometrik olarak, malzeme olarak, felsefi yaklaşım olarak birçok farklı noktadan devamlılık kavramı irdelenebilir.

-Hiyerarşi: "Parçaların bütün içinde belirli bir öncelik dizgisine göre algılanmaları. Hiyerarşik düzende parçadan bütüne bir gelişme, büyüme, zenginleşme söz konusudur. Hiyerarşik bir yapıda tekil öğeler alt gruplar, alt gruplar ana gruplar, ana gruplar da aynı birleşme şemasıyla bütünü oluşturur." (Erzen, 1997). Günümüzdeki var olan teknoloji

sistemleri incelenerek birçok farklı disiplinlerdeki üretim ve düşünce sistemini farklı deneyimlerle yeniden ele alınması mümkündür. Bu disiplinler durumun hiyerarşik kavramının temelini oluşturan ve gelişmesine destek olan bir zinciri oluşturmaktadır. Bilgisel, düşünsel ve biçimsel hiyerarşik ilişkilerin kurulması tasarıma zengin bir bakış açısı katacaktır.

#### IV. Form Kararları

Kolarevic'e göre formu üreten üslup değildir, sürecin tam kendisidir. Form kavramı yerini biçimlenmeye, form üretme kavramı yerini form bulmaya bırakmaktadır. 21. Yüzyıl mimarlığı içerisinde bilim ve mimarlığın kesişimi sonucu birçok ortak alanın oluşma durumu, form sürecini de etkilemiştir. Geleceğe yönelik yapılan bu araştırmalarda, formun evrimleşme süreci doğa ile teknolojinin kesişimiyle gerçekleşmektedir. Bu durum formun oluşumunda etkileyen kavramların ve alınan kararların da irdelenmesi gerekmektedir. Çünkü geleceğe yönelik mimari çalışmalarda hangi kavramın ya da ilkenin formu ne şekilde dönüştürdüğünü görmek ilerde alınacak karar ve mekanizmalar için belirleyici olacaktır. Bachelard, Gür, Onat ve Hasol'a göre derlenen kavramlar şunlardır:

- Akışkanlık: "Mutasyon", "morfogenez", "soy-sal", "akışkanlık", "süreklilik", "gelişim" gibi önemli bir kısmı doğrudan biyoloji bilimden alınan, bir kısmı da bunlara referans verilerek kullanılan kavramlar, büyük çoğunlukla mimari biçimi oluşturma sürecini kontrol eden bir seviyede mimari tasarım dilinin önemli elemanları olmuştur (İnceköse, 2008).

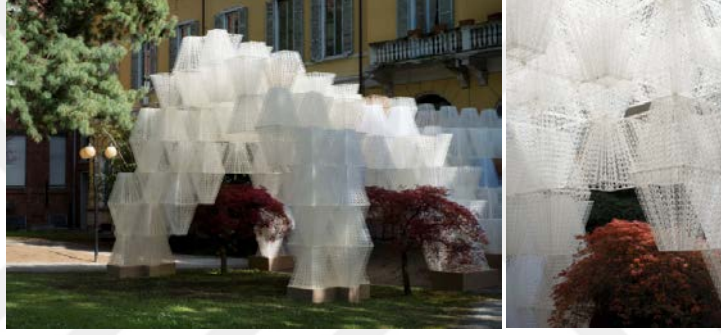
-Geçirgenlik: Formun oluşmasında etkili olan parametrelerle beraber kendi içerisinde oluşturmuş olduğu düzen içerisinde uygulamış olduğu boşluklardır. Çevresel durumlara göre yapının yüzeyinde ya da tamamında oluşturulacak olan farklı boyutlardaki boşluklar; yapıya çevresi ile diyalog kurmasını sağlamaktadır. Bu durumda, formu oluşturan malzeme, strüktür, işlev gibi faktörler etkilidir.

-Yönelim: Onat'a göre formu etkileyen kavramlardan biri olan yönelim, mimarlık ürününün çeşitli kriter ve kısıtlamalara göre yeniden ele alınmasıdır. Zaman ilerledikçe yönelim kavramının açılımı genişletilmiştir. Yönelim; mekansal, işlevsel ve fiziksel verilerin ışığında biçimsel olarak gerçekleşebilir. Çevresel verilerin değerlendirilmesiyle formun aldığı etkilere karşın vermiş olduğu tepki olarak düşünülebilir. Bu durum fiziksel

olarak; formun dönebilmesi, uzanabilmesi, açı değiştirebilmesi gibi eylemler gerçekleştirilebilir durumları olarak da ele alınmaktadır.

-Malzeme: Yeni teknolojilerin gelişmesi disiplinler bağlarının güçlenmesini sağlamıştır. Mimarlık disiplini; bu disiplinlerle çalışacak geleceğe yönelik form, malzeme ve yapılar araştırılmalarına doğadaki organizmalardan elde ettikleri veriler ışığında araştırmalarını gerçekleştirmektedir.

21. yüzyıl mimarlığında yeni arayışlar içerisindedir. Bu yeni arayışlardan biri olan yenilikçi malzeme arayışı, biyolojik sistemlerin incelenmesi sonucu doğaya uyumlu ve ürünü elde edilen organizmanın karakterini ifade edecek şekilde olması gerekmektedir.



Şekil 61. Conifera (URL-51)

Cos ve Fransız mimar Arthur Mamou-Mani iş birliğinden doğan "Conifera" adlı parametrik enstalasyon (Şekil 61), 3D baskı tekniği ile üretilen Conifera, 700 adet modüler biyoplastikten oluşuyor. Conifera'nın Milano'da bulunan Palazzo Isimbardi'nin merkez avlusunda başlayan kristalize serüveni, Palazzo'nun 16. yüzyıl mimarisinin bahçesine doğru deri değiştirip tahta formuna dönüşüyor. Hem tahta hem de biyoplastik materyallerden meydana gelen Conifera, böylelikle insan ve doğa arasında dijital bir köprü kuruyor. Mamou-Mani'nin Cos felsefesiyle örtüşen bu algoritmik yaklaşımı, doğaya uzatılan fütüristik bir yaklaşım olarak düşünülebilir.

-Büyüme-Hareket: Doğa sürekli bir değişim içerisindedir. Yaşam içerisinde bu değişim gelişme olarak algılanmaktadır. Her bir organizma kendi içindeki sistem dahilinde gelişir. Organizmalar büyür, gelişir, çoğalır ve hareket edebilecek bir düzen içerisindedir. Doğadaki bu gelişim hep ilgi odağı olmuştur. Mimarlıkta büyüme ve hareket eylemleri; formun

sınırlarının belirsizleşmesi ve esneklik sağlanması açısından dijital sistemler yardımıyla birçok varyasyon elde edilebilir.

-Strüktür: Malzeme, form, işlev ve strüktür mimari tasarımın bileşenleridir. Vitruvius, başarılı bir mimarlık için üç bileşenden söz eder: “Firmitas, Utilitas, Venustas” yani “sağlamlık, kullanılabilirlik, güzellik”. Buradaki sağlamlık taşıyıcı sistemi yani strüktürü ifade etmektedir.

Biçim (form) mimarlığın vazgeçilmez bileşenlerinden biridir. Mimari tasarım biçim oluştururken malzeme ve teknolojiye yararlanır. Strüktür açıkça gösterilebilir, gizlenebilir ya da yapının biçimini oluşturacak şekilde tasarlanabilir (Hasol, 2011). Form oluşum sürecinde doğadan öğrenilerek kullanılan organizmanın ilkelerine bağlı olarak belirtilen sorunlara çözüm olabilecek bir strüktür ortaya konulmaktadır. Strüktür formu etkileyen tek parametre olmadığından dolayı, tasarım süreci ilişkisel bir sistem şeklinde kurgulanmalıdır.

-Karmaşıklık: "Şiirsel bir yapıt bütünlüğünü ancak karmaşıktan alır. Karmaşık yoksa köklerinden koparılmış olan yapıt, bilinçdışıyla ilişkide olmayacaktır. Böyle bir yapıt soğuk, yapay, boş görünür" (Bachelard, 1988; Gür, 1998). Formun sadece düzlem ya da çizgiden oluşmayacağını aynı zamanda formun oluşum süreci içerisinde barındırdığı zıtlıkların bir karakter ortaya koyacağını ifade eder. Günümüz araştırmalarında ise; karmaşıklık kavramının felsefi alt yapısı haricinde biçimsel olarak çözülemeyen sistemlerin temelini oluşturduğu savunulur.

-İşlevsellik: Form ile işlev birbiri içerisinde en ilişkili iki kavramdır ve bu ilişki en çok tartışılan konulardan biridir. Yeni araştırma alanları içerisinde; işlev formun gerisinde kalmaktadır. Çalışma alanlarının yeni gelişmesi form, malzeme ve üretim araçlarının ön planda tutulmasına neden olmuştur. Mimarlık ve bilimsel disiplinlerin amacı; fonksiyondan da ziyade öngörülen problemlere cevap olabilecek çözümler üretmektir. Bu durum çevreyle uyum, doğayı yenileme, mimari yapıların çevreyle, insanla ve birbirleri ile ilişkisi kaygısını irdelemektedir. Yeni araştırma alanlarının daha çok keşif üzerine yapılan çalışmalar olduğu için uygulama zorluğu sebebiyle işlevsellik ikinci plandadır.

-Dokusallık: Tasarıma karakter veya bir his katmak adına uygulanan biçimsel farklılaşmadır. Bu durum sadece bütüne değil aynı zamanda yüzeysel açıdan da gerçekleşebilir. Dokusallık kavramı; doğadan elde edilen organizmaların bir araya



getirdikleri desen olarak kullanılır. Bu durum forma farklı bir boyut katarak özgün bir ruh elde edilmiş olur. Dokusallık; dijital sistemlerin gelişmesiyle birçok farklı varyasyonu oluşturulmuştur.

-Parçalanma: Bir bütünden parçalara ayırma, bölünme olarak tanımlanır. Formun; belirli ilke ve kurallara göre ayrılması durumudur. Parçalanma; yüzeysel veya bütün olarak uygulanmış olabilir. Belirli bir nedene göre bütünden parçalanmaya ya da parçaların bir bütünü oluşturmak adına yan yana gelmesi olarak da düşünülebilir. Bu yaklaşımlar; formun algılanması açısından önem kazanmaktadır.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Araştırma Yöntem ve Teknikleri

İnsanlığın var oluşundan itibaren başlayan barınma, giyinme ve beslenme ihtiyacıyla beraber mimarlıkta form arayışı; doğadan ilham alarak devam etmektedir. Doğanın sunduğu öğeler; ağaç dalları, taş dokusu, toprak yapısı insan yaşamında büyük etkisi olmuştur. Bu sebeple insanoğlu zaman ilerledikçe kendi form arayışı içine girmiş ve üretmeye başladıkça doğanın yardımıyla matematik ve geometriyi keşfetmiştir. Doğadaki canlı ve cansız dokuların inceleyen insanoğlu, yaşadığı çevreden elde ettiği doğal malzemeler sayesinde bu yapıların nasıl veya ne şekilde kullanacağını deneyerek keşfetmiştir.

İnsanoğlu, doğayı keşfettikçe ve temel ihtiyaçlarını karşıladıkça bilinçli veya bilinçsiz düzenini doğadan öykülenerek yaratmıştır. Yaşam koşullarının iyileştirilmesi ile estetik arayışların artması matematiği mimarlıkta veya tasarımda kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Bu durum eski dönemlerden günümüze kadar gelmiştir. Dünya trendlerinin değişmesi ve teknolojinin gelişmesi gibi yaşamı etkileyen durumlar tasarım-teknoloji-doğa ilişkisinin yeniden ele alınması ve geliştirmesini gerektirmiştir. Doğa sadece esinlenen veya analog olarak kullanılan bir araç değil aynı zamanda yaşam için bir amaç niteliğindedir.

Bu çalışmada da; araştırma alanının temelini oluşturan sorun ve kapsamını ve bu soruna çözüm olabilecek bir araştırma amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatür çalışması yapılmıştır. Literatür çalışmasında; 21. Yüzyıl ve Gelecek Mimarisi incelenmiş ve 21. Yüzyıl Mimarlığında form, doğa ve teknoloji ilişkisi araştırılarak tanımlamalar yapılmış, kavramsal karmaşıklığı önlemek adına kavram haritası oluşturulmuş ve örneklerin incelenmesi için gerekli zemin hazırlanmıştır. Sonrasında ise çalışmanın temeli oluşturan Biyo-Dijital Tasarım tanımı ve örnekler üzerindeki tasarım süreci ifade edilmiştir.

Biyo-Dijital Tasarımın form üzerindeki tasarım süreci ve etkisinin tanımlanması ve tasarım kararları yönlendiren etmenlerin tespiti farklı araştırma kaynaklarına göre

belirlenmiş ve gruplandırılmıştır. Tasarım Kararlarının tespiti sırasında form arayışına yönelik farklı değerlendirme ilkeleri içerisinde ortak kriterler de ele alınmıştır. Tüm bu analiz kriterlerinin tespiti oluşturulan örneklem gruplarının değerlendirilmesi için önemlidir. Çalışma amacı olan form analizinin yapılabilmesi için Biyo-Dijital Tasarım kavramının ortaya çıkmasına referans olan biyolojik ve dijital parametreler kriter olarak ele alınmıştır. Biyo-Dijital Tasarımda form arayışı; tasarım sürecinde çevreyi tanımak veya kavramak için algı ve algılama süreci ürününü ortaya koyabilmek adına algısal değerlendirme kriterlerinden de faydalanması gerektiği tespit edilmiştir. Bu nedenle farklı kaynaklardan elde edilen ölçütlere göre kavramsal ve form kriterleri tespit edilerek analiz tablosuna eklenmiştir. Bu kriterlerin hepsi birbiri ile ilişkili olup Biyo-dijital Tasarımda form analizine benzer ve farklılık gösterecek ölçütler barındırmaktadır. Bu kriterlere eklemeler yapılabilir.

Analiz yapılacak “21. Yüzyıl içerisinde Dünya’da uygulanan veya tasarlanan bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik sistemlerden” örnekler seçilmiş ve örneklem grubu oluşturulmuştur. Bitkisel sistemler, hayvansal sistemler, topografik sistemler ve genetik sistemler şeklinde gruplandırılarak dört ayrı örneklem grubu belirlenmiştir. Bu örnekler farklı tasarım kararları kriterlerine göre oluşturulan tablolarda analiz edilmiştir. Analiz tabloları değerlendirilmiş ve bulgular elde edilmiştir. Elde edilen değerlendirme kriterleri irdelenerek tartışılmış ve sonuçlar incelenerek ortaya koyulmuştur.

Tez çalışmasına ait analizlerin yapılabilmesi için analiz kriterleri dört ana başlık altında kurgulanmıştır. Bu başlıklar; Biyolojik Tasarım Kararları, Dijital Yaklaşım Kararları, Form Kararları ve Kavramsal Kararlar’dır. Araştırma modeli Tablo 1’de, yapılan çalışmaların algılanabilirliği için oluşturulmuştur.

Tablo 1. Araştırma Modeli

I. AŞAMA	Genel Bilgiler	• Doğa-Mimarlık-Teknoloji ilişkisi üstüne genel bilgilerin verilmesi
	Problemin Tanıtılması	• Değişen dünya trendlerinin dünyayı ve yaşamı olumsuz etkilemesi • Gelişen teknoloji ile doğa ilişkisinin güçlendirilme ihtiyacı
	Çalışma Amacı ve Kapsamı	• 21. yüzyıl ve gelecekte yeni alternatif yaşam alanları için doğa-teknoloji parametrelerinin geliştirilmesi ve yeni form arayışları
	Literatür Taraması	• 21. Yüzyıl Mimarlığında Form • 21. Yüzyıl Mimarlığında Doğa • 21. Yüzyıl Mimarlığında Teknoloji • 21. Yüzyıl Mimarlığında Biyo-Dijital Tasarım
II. AŞAMA	Araştırma Yönteminin Belirlenmesi	• Analiz tabloları için tasarım kararlarının tespiti • Biyolojik Tasarım Kararları • Dijital Tasarım Kararları • Form Tasarım Kararları • Kavramsal Tasarım Kararları
	Örneklem Grubunun Belirlenmesi	• 21. Yüzyıl içerisinde Dünya’da Biyo-Dijital Tasarım yöntemi ile uygulanan veya tasarlanan projelerin tespiti • Bu projeler için kimlik kartlarının oluşturulması
III. AŞAMA	Analiz Tablolarının Oluşturulması	• Örneklem grubu ve elde edilen verilerin analiz tablolarına yerleştirilmesi
	Bulguların Tespiti	• Analiz tablolarının bulgularının oluşturulması
IV. AŞAMA	İrdeleme	• Oluşturulan tablolara göre elde edilen bulguların incelenmesi • Bu bulgulara bağlı olarak değerlendirme tablosuna göre çalışmaların karşılaştırılması
V. AŞAMA	Sonuç	Araştırılan çalışmalardan elde edilen veriler ve analiz tablolarının irdelenmesi sonucunda tespit edilen verilerin ortaya konması

## 2.2. Analiz Tablosunun Kriterlerinin Tanıtılması

Biyo-Dijital tasarımla ilgili tanımlamalar, tasarım süreci ve etkilendiği parametrelerin neler olduğu konusunda yapılan çalışmalar bu sürecin hala devam ettiğini göstermektedir. Ancak bu tez çalışmasında 21. Yüzyıl içinde bu güne kadar Biyo-Dijital tasarımla üretilen projelerin etkilendiği tasarım kararların belirlenmiştir. Bu tasarım yaklaşımı ile formun süreç içerisindeki evrimi, ele alınışı ve etkilendiği parametrelerin yorumlanışını tespit etmek gerekmektedir. Bu çalışmada daha çok görsel düzeyde bir arayışa gidilmiş, etkilendiği parametreler de göz önünde tutulmuştur. Ancak etkilendiği tasarım kararlarından doğadan yararlanılma düzeyini tespit edebilmek adına biyolojik tasarım kararları, teknolojiden yararlanılma düzeyini tespit edebilmek adına dijital tasarım kararları, tasarımda algı ölçeğinin boyutunu tespit edebilmek adına kavramsal tasarım kararları ve biçimin etkilenerek evrimleşmesini sağlayan parametreleri görebilmek adına formal kararları analiz tablosuna eklenerek dört ana başlıkla örnekler sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

### ❖ Biyolojik Tasarım Kararları

Mimarlık ve tasarım alanı geçtiğimiz yıllar içerisinde farklılaşarak evrimleşmiştir. Bu süreç içerisinde kendi tanımlı sınırlarını aşabilmek için birçok farklı disiplinle ortak çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu disiplinler arasında öncesinden de ortak teori ve pratik çalışmaların yapıldığı doğa; bugünlerde farklı şekillerde ele alınmaktadır (Yedekçi, 2015). Daha önceleri doğadan esinlenme veya taklit etme yöntemleri kullanan mimarlık ve tasarım disiplini; doğanın mevcut durumu ve doğal kaynakların bozulmaya başlamasıyla disiplinler ilişkisinin artırılması yönünde çalışmalar arttırılmıştır. Doğa ve biyoloji, tasarım yöntemlerinde farklı arayışlar araştırılmasına öncü olmuştur.

Biyolojiyi veya doğayı sadece biçimsel referans alınmaması yönünde yapılan çalışmalar; tasarım sürecini de etkileyerek, değiştirmiştir. Bu biyolojik tasarım kararları ile ilgili alt başlıklar Yedekçi'nin (2015) Doğayı Taklit Etmek adlı kitabından referans alınmıştır.

#### • Organizma Düzeyi

Organizma düzeyinde, organizmalar tarafından hali hazırda çözülmüş, verimli enerji ve malzeme kullanımına ait çözümler yer alabilmektedir (Yedekçi,2015). Organizmanın

hangi türe ait olduğu ve o organizmanın çevreye karşı hangi özelliklerle evrimleşip uyum sağladığı veya hangi biyolojik özelliği ile çevresinde ayrıcalık sağladığı bilgisiyle tasarım sürecinde bu avantajları yapıya ya da tasarıma uygulayarak doğaya uyumlu ve sürdürülebilir yapı elde etmesi bilgisi sağlanmaya çalışılmaktadır.

- ✓ Bitkisel Organizmalar
- ✓ Hayvansal Organizmalar
- ✓ Topografik Özellikler
- ✓ Genetik Özellikler

- Biçimsel Yaklaşım

Doğadan yararlanmanın ilk adımı doğayı taklit etmektir. Bunun mimari ve tasarıma yansması ise doğadaki ürünlerin biçimsel taklididir. Tasarım sürecinde doğayı fonksiyonel olarak düşünülmeden sadece form olarak sınırlı bir analogi elde edilir. Biçimsel yaklaşım; tasarım süreçlerinde sadece bir yöntem olarak kullanılabilir. Doğanın sunduğu oran-orantı, dokusal özellikler, çizgilerin bir araya gelişleri ve matematiksel ilişki tasarımcıya ilham vermektedir. Bu ölçütler uygulandığında benzerlik-farklılık kriterleri irdelenebilmektedir.

- İşlevsel Yaklaşım

Doğadan sadece biçimsel esinlenme yerine fonksiyon, malzeme, strüktürün bir araya gelerek şekillenmesini ele almaktadır. Organizmanın çevreye uyumu ve sürdürülebilir bir yaşam için kendi çevresinde hayatına nasıl devam ettirebildiği ve aldığı önlemlerin fonksiyonel tespiti bu yaklaşım için önemlidir. Tasarım süreçlerinde; organizmanın kendi fonksiyonel özelliğinin de kullanılması hedeflenerek doğadaki malzemelerin kimyasal kompozisyonu ve yapısı gibi belirli bilgi sağlayabilmektedir.

- Davranış Düzeyi

Organizmanın kendi ortamıyla nasıl ilişki kurduğu ve yaşadığı ortamda nasıl davrandığını incelemektedir. Organizmaların bulunduğu koşullara nasıl uyum sağladığı ve diğer organizmalarla ilişkisine yönelik tavırları irdelenir. Bu durum mimari ve tasarımda hangi koşullarda ne gibi fiziksel bir davranış sergilenebilir düşüncesi doğurmaktadır. Bu nedenle doğadan sadece biçimsel bir alıntı değil aynı zamanda davranışlarıyla neyin hangi amaçla yapıldığı bilgisi netleşip yararlanılabilmektedir.

### ❖ Dijital Tasarım Kararları

Mimarlık disiplini, felsefi ve teorik gibi farklı kaynaklardan etkilenecek şekilde gelişmektedir. Sayısal mimarlık; organik ve biyomorfik geometrik biçimleri kullanması sebebiyle Neo-Barok, Sürrealist ekspresyonist ve Art-Nouveau gibi izmlerle ilişkilendirilebilir. Dijital tasarım araçlarının gelişmesi hayal edilip ancak uygulanamayan birçok düşünceyi de yeniden gün yüzüne çıkmasına ve sınırsız bir tasarım süreci isteğine yönlendirmiştir. Bu düşüncelerden biri olan ütopyik düşünceyle tasarım; bir geleceğin mimari dili olabileceği fikriyle Archigram ile gelişmiştir. Tüm bu araştırmalar sayısal mimarlığın, temel kavramlarını Alman filozof ve matematikçisi Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) ve 20. yüzyılın en etkili düşünce adamı Gilles Deleuze (1925 – 1995)' ün fikir ve teorilerinden aldığı bilinmektedir.

21. yüzyıl mimarlığı ve tasarımı birçok kavramdan etkilenecek şekilde gelişmektedir. Dijital tasarım sürecinde biçimin evrimleştiği uzaysal boyut için düşünce alt yapısının zengin olması gerektiği savunulur. Bu düşünsel alt yapı için yol gösterici olarak Gilles Deleuze referans olarak alınmaktadır. Sayısal algoritmaların ortaya çıkışı, kreatif biçimde ele alınması ve düşünsel alt yapısındaki felsefik düşünce ilişkilendirildiğinde tasarım sürecine büyük katkısı olduğu dile getirilir. Deleuze tarafından keşfedilmemiş ancak kullanılan birçok bileşeni; farklı şekillerde bir araya getirerek yeni bir form yaklaşımı ele eder. Bu durum; dijital tasarım sürecinde kavramsal yaklaşımların farklı bir araya gelmesiyle yeni form üretme arayışına cevap vermektedir (DeLanda, 2001). Deleuze'nin dijital tasarım kararları için Popülasyon Düşüncesi, Özgül Düşünce ve Topolojik Düşünce kararlarıyla ilişkilendirerek kullandığı kavramlardan bazıları:

- Hiyerarşik
- Doğrusal Olmayan
- Dinamik
- Örüntü
- Çokluk

Bu kavramlar dijital tasarım fikrinin zeminini oluşturmaktadır. Kavramlar düşünsel alt yapıyı oluştururken formun oluşması için diğer bilimsel kavramlarla ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Çünkü dijital sistemler farklı disiplinlerin kesişmesiyle çalışan ortak bir alandır.

Dijital tasarım süreci içerisinde formun evrimleşmesi, yeni kavramlar ile gerçekleşmektedir. Sayısal düşüncede form; Öklid dışı geometrik uzay, topolojik düşünce biçimi, kinetik ve dinamik tasarım, parametrik tasarım, üretici tasarım, genetik algoritmalar gibi yeni kavramlar ile oluşturulmaktadır (Kolarevic, 2001). Bu kavramlar haricinde dijital tasarım süreci içerisinde farklı disiplinlerle yapılan her çalışmada form; birçok farklı kavramdan etkilenmeye devam etmektedir. Dijital tasarım; bir süreçtir ve gelişmeye devam etmektedir. Dijital tasarım süreci yüzyılımızın başından günümüze gelişmekte ve gelecek için fikir üzerinden biçimlenmeye ve türemeye çalışmaya devam edecektir.

- Dijital Tasarım Kararları için birçok farklı kaynağın irdelenmesi sonucunda ele alınacak olan bazı kavramlar (Oxman,2005):
  - Doğrusal olmayan (Non-Linearity): Doğrusal olmayan form tanımı; kaos ve karmaşıklık kavramıyla ilişkilidir. Formun, karmaşıklık düzeyine göre katmanlı hesaplamalı tasarımla oluşturulması gerekmektedir.
  - Bağlar arası (inter-connectivity): Doğadaki sistemlerdeki gibi formunda değişim süreci içerisinde kullanılan verilerden etkilenecek bütüncül olarak dönüşmesidir. Biyo-dijital tasarımda formun kendi içindeki organizasyonu içerisinde nasıl ilişki kurduğu tespit edilecektir.
  - Süreklilik (continuity): Kavramın açıklanmasının iki yönü vardır. Birincisi, çevresel verilerin mimari yapıya yansıtılması ve sağladığı yarar, ikincisi ise formun geometrik yapısındaki çizgisel ve kütleli ağının devamlılığının sağlanmasıdır. Bu durum yapının devamlılığı için de önemlidir.
  - İletişim ağı (networks): Biyo-dijital tasarımda formun, fiziksel dokularla kurduğu iletişimi tanımlar.
  - Dinamizm (dynamism): Biyo-Dijital tasarımla oluşturulan formun dinamizm etkisi olarak değerlendirilir. Biçimsel çizgiler olarak da değerlendirilebilen dinamizm kavramı, dijital tasarım yöntemlerinde doğal verilerin ışığında dijital tasarım yöntemleri ile oluşturulan kinetik yapılar olarak düşünülür. Işık, ses gibi faktörlerle kendi içinde değişim sağlayan sistemler, biyo-dijital tasarım aşamalarından biridir. Biçimsel olarak da tasarım süreci içerisinde durağan olmayan, baskın çizgilerle ilişkilendirilir.



-Şema (diyagram): Mimarlıkta düşünme ve tasarlama aracı olarak kullanılan diyagram anlatımları, karmaşık form düzenlerinin algılanması amacıyla kullanılmaktadır. Tasarımın gelişimi ve etkilendiği parametrelerin açıkça ifade edebilme durumu; mekansal örgütlenmeler, form çözümlenmeleri, yapısal sistemlerin oluşturulması ve başlangıç noktasından sonuç ürününe kadar sürecin takip edilmesini sağlamaktadır. Biyo-dijital tasarım sürecinde şematik anlatımın var olup olmadığı irdelenecektir.

-Örüntü: Formun algılanabilmesi için; örgütlenmiş parçalanmış formların bir araya gelmesi durumudur. Biyolojik sistemlerdeki dokusal yapı, dijital sistemlerdeki geometrik düzenin örgütlenmesi bu kavrama örnektir. Formun oluşumunda örüntü kavramının kullanılıp kullanılmadığı değerlendirilecektir.

-Hiper-bağlar (hyper connectivity): Canlı ve cansız organizmaların davranış düzeylerinin yansıtıldığı fiziksel ortamda, formun da davranış özelliğinin kazanıp kazanmama durumudur. Bu tarz formlar tepki veren, yönlenebilen özellikler barındırır.

-Hiyerarşik olmayan strüktürler (non-hierarchical structures): Boyut, işlev ve form olarak farklılaşma durumu hiyerarşik kavramını temsil eden ölçütlerdir. Formun algılanması düzeyini arttırmak doğal sistemler adına istenilen bir durum değildir. Ancak biçimlenme doğadaki dinamik etkilerle gerçekleşir. Bu nedenle hiyerarşik olmayan strüktür sistemi, işlevsel açıdan kabul edilen ancak biçimsel olarak kabul edilmeyen durumudur.

Dijital Tasarım Kararlarını anlayabilmemiz için Dijital Tasarım Yöntemleri de incelenmeli ve analiz tablosunda yer almalıdır. Bu sayede formun yapısal durumu hangi yöntemle geliştirilmiş olduğu belirtilir ve hangi düşünsel kavramın hangi yöntemle oluşturulabileceği daha iyi algılanabilmesi için önemlidir.

- Dijital Tasarım Yöntemleri:

-Parametrik Tasarım

-L Sistemler

-Fraktal Sistemler

-Biçim Gramerleri

-Hücresel Özdevinir

-Karmaşık Sistemler, Öz- Örgütlenme

- Evrime Dayalı Üretken Sistemler
- Performansa Dayalı Tasarım
- Animasyon Tekniğiyle Tasarım

#### ❖ Kavramsal Kararları

-Simgesellik: Mimaride simgesellik; bilimsel verilerin imkan verdiği sınırlar içerisinde daha çok kültürel, sosyolojik etmenlerden kaynaklı soyut veya somut bir nesneyle ilişkilendirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Tasarım süreci içerisinde forma simgesel anlam yüklenmesi, bazen değişim içerisinde yorumlanmasına bazen de birebir bir nesne veya olguyla benzeşmesiyle gerçekleştirilmektedir. Biyo-Dijital tasarım süreci içerisinde doğa-teknoloji-mimarlık ilişkisi bazı formların simgesel değerlerin kazanmasına imkan tanımaktadır. Mimari ve tasarım projeleri içerisinde formun simgesel anlam kazanma durumu değerlendirilmektedir.

-Anıtsallık: Yaşanmış bir olaya, ruhani bir durumun mimariye yansıması olarak değerlendirilen anıtsallık kavramı; biyo-dijital tasarım süreci içerisinde fonksiyonelliğin dışında estetik ve görsel kaygı çerçevesi içerisinde yeni bir form yaklaşımı olarak ortaya çıkmaktadır.

-Birlik: Biyo-Dijital tasarım ile birlikte formun oluşmasında etkili olan canlı veya cansız organizmaların sağladığı hem biçimsel hem yapısal hem de işlevsel özelliklerin bir bütünlük oluşturup oluşturmadığı incelenir. Tasarımdaki formu oluşturan elemanların; yüzey, strüktür, malzemelerin bir araya gelişleri ve kullanılan ölçülerin birbiri içerisindeki ilişkisi ve işlevi değerlendirilir.

-Denge: Bir organizasyon içerisindeki öğelerin bir araya gelip bir bütünü oluşturarak bir düzen oluşturması olarak tanımlanabilir. Mimari tasarımda formun algılanmasında biçimsel denge önemlidir. Formun insan ve çevre üzerindeki etkisi; algılanabilirlik, etkileycilik gibi hisler barındırmalıdır. Biyo-Dijital tasarım incelendiğinde denge kavramı; ölçü, nitelik ve kendi içinde barındırdığı zıtların oluşturduğu bütünlük olarak değerlendirilmektedir.

-Düzen: Düzen kavramı; tekrar, simetri, ölçü gibi kavramlarla ilişkilidir. Bir organizasyondaki parçaların belirli bir kurala göre bir araya gelmesindeki uyum olarak da

değerlendirilebilir. Mimari de düzen; biçimsel, mekansal ve çevresel olarak düşünülmektedir. Özellikle biçimsel düzen; geometrik çizgiler olarak ele alındığında düzenli ve düzensiz formlar olarak düşünülmektedir. Biyo-Dijital tasarım yaklaşımında form; çevresel veriler ışığında nasıl ve ne şekilde bir araya gelerek oluşturulduğu incelenir. Bu noktada formun; bilimsel veriler çerçevesinde düzenli veya düzensiz çizgilere sahip olup olmadığı değerlendirilir.

-Devamlılık: Devamlılık kavramı mimari de birçok şeyi ifade etmektedir. Biyo-dijital tasarım açısından devamlılık kavramı; formun oluşumundaki farklı yönere eğilimi olarak ele alınmaktadır. Tasarımın zaman içerisinde değişimlere ayak uydurabilmesine ve gelişebilmesine imkan tanıyan esnek bir özellik barındırmalıdır. Tasarlanan formun tamamlanabilmesi, eklenebilmesi, ve değişiklik yapılabilme durumu aranmaktadır.

-Hiyerarşi: Hiyerarşi kavramı; ölçü, doku, biçim ile ilişkilendirilip farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Aynı zamanda yapının çevreyle ilişkisi de değerlendirilerek hiyerarşik durum incelenebilir. Ancak biyo-dijital tasarım süreci içerisinde hiyerarşi kavramı; biyolojik ve dijital sistemlerin form üzerindeki etkisi değerlendirilir. Bu nedenle biçimsel gelişim süreci içerisinde formun çevresi ve kendi içindeki hiyerarşik durumu ifade edilir.

#### ❖ Form Kararları

Mimari formlar üzerinde yapılan analizler için form kararlarını tespit edebilme yollarından biri; tasarım süreci içerisinde formun etkilendiği parametreleri belirlemektir. Formun oluşum sürecinde hangi ilke ve kurallara bağlı olarak evrimleştiği tespit edilebilir. Bu nedenle formun etkilendiği parametrelerden Biyo-Dijital Tasarım yaklaşımına uygun olanlar seçilmiştir. Form kararları için Biyo-Dijital tasarım sürecinde form kararlarının alınması sırasında

- Akışkanlık: Dijital sistemlerle beraber formda birçok çeşitlenme meydana gelmiştir. Daha sınırsız tasarımlar üretmek yenilikçi bir yaklaşım olarak görülmektedir. Doğadan öğrenilen strüktür sistemleri ile dijital sistemlerin bir arada kullanılması yenilikçi malzemeler, sonsuz çeşitlilikte alternatif form üretimine imkan tanımıştır. Hafif malzemeler, sürekliliği olan çizgiler, havada asılı duruyormuş gibi görünen yapısal sistemler, yumuşak dokular bu sistemlerin ortak ürünü olmakla beraber akışkanlık kavramını oluşturmaktadır. Biyo-dijital tasarımda akışkanlık kavramının form üzerindeki etkisinin var olup olmadığı biçimsel olarak değerlendirilecektir.

-Geçirgenlik: Formun oluşmasında etkili olan parametrelerle beraber kendi içerisinde oluşturmuş olduğu düzen içerisinde uygulamış olduğu boşluklardır. Çevresel durumlara göre yapının yüzeyinde ya da tamamında oluşturulacak olan farklı boyutlardaki boşluklar; yapıya çevresi ile diyalog kurmasını sağlamaktadır. Bu durumda, formu oluşturan malzeme, strüktür, işlev gibi faktörler etkilidir.

-Yönelim: Biyo-Dijital tasarımlarda formun oluşmasında etkili olan çevresel ve fiziksel kriterlere göre değişim söz konusu olup olmadığı durumu incelenir. Bu değişim; çevresel kriterlere göre bulunduğu alana konumlanma veya kriterlerden yararlanma amacıyla açılabilir olarak formun etkilenmesidir. Çevresel kriterlerden güneş, rüzgar, yağmur gibi doğal etmenler yapıların tasarlanma süreci içerisinde doğrudan katkı sağlar. Bu sayede çevreye uyumlu ve ekolojik bir yaklaşım sağlanmış olunur.

-Malzeme: Doğada var olup bilinen ana malzemeler haricinde endüstri devrimi ile beraber malzeme çeşitliliğinde de sürekli bir gelişim yaşanmaktadır. Dönemin ihtiyacına göre şekillenen malzemeler formun strüktürünü direk etkilemektedir. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesi, yaşanan enerji kaynaklarının azalması; alternatif malzeme arayışlarına yönlendirmiştir. Biyo-dijital tasarım yaklaşımında, doğadan elde edilen malzemelerin disiplinler çalışma ortamında geliştirilip doğada kullanım kurallarına uygun yeniden kullanılmasıdır. Bu durum doğa- teknoloji ilişkisinin bir ürünü olup, biyo-dijital tasarımın temel parametrelerinden biridir.

-Büyüme-Hareket: Doğa sürekli büyüyen, hareket eden ve kendi içindeki kurallara ve ilkelere bağlı gelişim gösteren bir sistemdir. Dijital yöntemlerle bu sistemler incelenerek mimari yapılara uygulanabilme durumu; formun sürekli evrimleşip gelişmesini gerektirmektedir. Bu nedenle formun büyümesine veya hareket etmesine olanak tanıyacak esnek bir geometrik yapısının var olup olmadığı değerlendirilecektir.

-Strüktür: Mimaride yapının dengede durmasını sağlayan yapısal sistem olan strüktür; zamanla beraber malzemenin de değişmesiyle birçok farklı varyasyonlarda uygulanmıştır. Teknolojiyle beraber yeni yapı tekniklerinin de gelişmesi strüktürel sistemlerini de etkilemiştir. Çevresel faktörlere dayanımlı, esnek, hafif, değişebilen strüktür sistemleri aranmakta, dijital sistemlerden destek alınmaktadır. Biyo-dijital tasarımda strüktür sistemine malzeme, üretim şekli, fonksiyon ve formun etkisi olmaktadır. Strüktürün yapısal sistemi; hangi organizma düzeyinin hangi özelliği kullanılarak oluşturulduğu

incelenecektir. Bu genel yaklaşım haricinde strüktürü etkileyen ana faktörler; malzeme, form, işlev ve organizma düzeyi olarak belirlenip örneklerdeki temel etmenin hangi parametre olduğu aranacaktır.

-Karmaşıklık: İçinden çıkılması güç durum olarak tanımlanan karmaşıklık kavramı, mimaride dijital sistemlerin gelişmesiyle çözülmesi güç formların oluşturulma imkanı doğurmasıyla tasarımda daha çok yer bulmuştur. Doğanın içinde bulunduğu karmaşık düzenin de algılanmasını sağlayan dijital sistemler; yeni form arayışları için zor ancak bir o kadar da özgün bir değer kazanılmasına vesile olur. Karmaşıklık durumu; biçimsel açıdan çözülemeyen olarak düşünülse de her bir verinin farklı varyasyonlarının bir araya gelme durumu olarak algılanır. Bu durumda; formun geometrik yapısı, etkilendiği doğadaki sistemlerin strüktürü, tasarım şekli gibi birçok parametre mevcuttur. Bu çalışmada karmaşıklık kavramının form üzerindeki etkisinin olup olmadığı formun ne kadar evrimleştiğine göre belirlenir.

-İşlevsellik: Biyo-dijital tasarımla yöntemi ile tasarlanan yapıların işlevselliği; temel düşünce noktası olan yenilikçi form, yenilikçi malzeme, yenilikçi üretim tekniklerinden daha sonra kurgulanan, daha soyutsal yaklaşılan bir durumdadır. Tasarımların ana hedefi doğa ve teknoloji sistemlerin ortak noktası olan doğaya yararcılık fikri ön planda olduğu için biyo-dijital tasarımla tasarlanmış projelerde işlevsellik durumunun var olup olmadığı belirtilecektir.

-Dokusallık: Doğada bulunan canlı ve cansız tüm nesnelere ait dokuların kendilerine ait dokusal bir düzen vardır. Bu dokusal düzenin algılanabilmesi için birçok duyu yolu mevcuttur. Bu çalışma içerisinde görsel doku olarak ele alınacak olan dokusallık kavramı; mimarideki formun oluşumunda esinlenen nesnelere ait dokusal düzenin dijital yöntemlerle ele alınması irdelenecektir. Farklı veya benzer formların belirli bir düzen sistemi içerisinde bir araya gelmesiyle oluşturulan dokusallık, tasarıma karakter de katmaktadır. Bu durum özgün bir yaklaşım sağlayarak formun diğer formlardan ayrılarak fark edilmesine olanak sağlar.

-Parçalanma: Mimari yaklaşımlar içerisinde bütünden parçalanma, parçadan bütüne ulaşma gibi stratejiler mevcuttur. Bu strateji her dönemde farklı şekillerde kurgulanmaktadır. Günümüzde ise formun olası alternatifleri için arayışlar içinde bulunan mimarlar; doğadaki ilkeler ışığında formun parçalanma sürecini sayısal sistemlerle gerçekleştirmektedir.

Parçalanma kavramı tasarıma büyüme, hareket, çeşitlilik, fonksiyon gibi farklı özellikler kazandırabilir. Bu durum doğadaki nesnelerin yaşamsal ilkelerine benzerlik sağlamaktadır. Biyo-dijital tasarımda form yaşayan ve gelişen bir süreç içerisinde. Formun gelişme durumunun parçalanma kavramı ile ilişkisi; bir bütünden parçalar koparak bir düzen oluşturması ya da tamamen parçalanarak farklı kombinasyonla bir araya gelerek bir kompozisyon oluşturması olarak düşünülmelidir.

### 2.3. Analiz Tablosunun Hazırlanması

Seçilen örneklem grubunun daha iyi algılanabilmesi ve belirlenen kriterlere göre analiz edilebilmesi için analiz tablosu oluşturulmuştur. Analiz tablosunda analiz yapılacak örneklerin kimliğinin tanımlanması amacıyla öncelikle proje adı, tasarımcı adı, tasarım yılı, işlevi gibi temel açıklamalar yer alacaktır. Örneklem grubunun incelenebilmesi için analiz kriterleri belirlenmiş ve tanımlanmaları yapılmıştır. Bu kriterlerin örneklem grubundaki ilişkisini irdeleyebilmek adına dört ana kriter tabloya yerleştirilmiştir. Analiz tablosuna dört ana kriterin alt başlıkları da eklenerek karşılaştırmalı form analizlerinin değerlendirilmeleri daha algılanabilir düzeyde olması hedeflenmiştir. Örneklem grubundaki örneklere ait görsel veriler için; plan, kesit ve görünüş alanları ayrılmıştır. Bu sayede analiz tablolarında hem yazısal, hem de görsel verilerin incelenmesi mümkündür. Analiz tablolarındaki tasarım kararları ve değerlendirme yöntemi ise şunlardır;

- Biyolojik Tasarım Kararları: Organizma Düzeyi, Biçimsel Yaklaşım, İşlevsel Yaklaşım, Davranış Düzeyi
- Dijital Tasarım Kararları: Doğrusal Olmayan, Bağlar Arası, Süreklilik, İletişim Ağı, Dinamizm, Şema, Örüntü, Hiper-Bağlar, Hiyerarşik Strüktürler.
- Kavramsal Kararlar: Simgesellik, Anıtsallık, Birlik, Denge, Düzen, Devamlılık, Hiyerarşi
- Form Kararları: Akışkanlık, Geçirgenlik, Yönelim, Malzeme, Büyüme-Hareket, Strüktür, Karmaşıklık, İşlevsellik, Dokusalılık, Parçalanma

Analiz tablosu (Tablo 2) içerisinde bulunan bu tasarım kararları Biyo-Dijital Tasarım kararları ile ilişkili kavramlar seçilerek oluşturulmuştur. Örneklem grubu içerisinde bulunan mimari ve tasarım projelerinin daha iyi algılanabilmesi adına birçok parametre

verilmiş, örneklerin etkilendiği parametrelerin işaretlenerek bir karşılaştırmalı sonuca ulaşmak istenmektedir. Biyolojik Tasarım Kararları ile Dijital Tasarım Kararlarının etkilendiği Kavramsal ve Form Kararlarının seçimi birden fazla olabilmektedir. Bu kararların hepsi birbiri ile ilişkili olup, formu etkileyen ana kararın hangisi veya hangi parametrelerin olduğu sonucuna ulaşılması amaçlanmaktadır. Belirlenen örnekler, oluşturulan bu analiz tablosu kararlarının çizmiş olduğu sıralama dahilinde analizleri yapılmış ve sonrasında da irdelenerek değerlendirilmiştir.



Tablo 2. Örnekleme Grubunun Analiz Tablosu

PROJE NO							PROJE ADI																				
Tasarımcı							Plan							Görünüş													
Yer																											
Yıl																											
İşlev																											
Biyolojik Referans							Biyolojik Tasarım Kararları																				
							Tür							Organizma Düzeyi													
														Biçimsel Yaklaşım													
														İşlevsel Yaklaşım													
														Davranış Düzeyi													
Dijital Referans							Dijital Tasarım Kararları																				
							Yöntem							Doğrusal Olmayan													
														Bağlar Arası													
														Süreklilik													
														İletişim Ağı													
														Dinamizm													
														Şema-Diyagram													
							Örüntü																				
							Hiper-Bağlar																				
							Hiyerarşik Olmayan Strüktür																				
							Kavramsal Kararlar							Form Kararları													
Simgesellik							Akışkanlık							Karmaşıklık													
Anıtsallık							Geçirgenlik							İşlevsellik													
Birlik							Yönelim							Dokusallık													
Denge							Malzeme							Parçalanma													
Düzen							Büyüme-Hareket																				
Devamlılık							Strüktür																				
Hiyerarşi																											



## 2.4. Örneklem Grubunun Seçimi ve Belirlenmesi

21. yüzyıl ve gelecek mimarlığının araştırma konusu olan Biyo-Dijital Tasarım; yenilikçi ve disiplinlerarası bir çalışma alanıdır. Bu çalışma biyolojik ve dijital sistemlerin kesişmesinden yola çıkılarak yeni bir kavram olan biyo-dijital tasarımla oluşturulan tasarım ve mimarlık ürünlerinin yeni bir yaklaşımla tasarlanması sürecini tanımlar. Zamana bağlı olarak bilimsel çalışmaların artmasıyla değişen ihtiyaç, malzeme, strüktür, üretim teknikleri ve form gibi tasarım elemanlarının da evrimleşmesi gerekmektedir. Bu durum çalışma konusunun geleceğe yönelik bir alan olması sebebiyle 21. Yüzyıl içerisinde tasarlanmış tasarım ve mimari ürünleri kapsayarak, örneklem grubu bu çerçevede şekillendirilmiştir. Yenilikçi ve araştırmaya devam edilen bir yaklaşım olan Biyo-Dijital Tasarım kavramının örnek sayısının az olması göz önünde bulundurularak yapının uygulanmamış ancak tasarlanılmış projeler de örneklem grubuna dahil edilmiştir. Örneklem grubu 21. Yüzyıl içinde tasarlanılmış tasarım ve mimari ürünler arasından oluşturulmuştur.

Örneklem grubu incelendiğinde ortak nokta, biyolojik ve dijital sistemlerin kullanılıyor olma durumudur. Özellikle dijital sistemlerdeki doğadaki verileri analiz ederek doğayı öğrenme ve faydalı kullanabilme düşünsel yaklaşımı, Biyo-Dijital tasarımın temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle dijital tasarım yöntemleri her örnek için farklı olsa da temeli doğayı öğrenebilme ve geliştirebilme olan örnekleri kapsamaktadır.

Biyo-Dijital Tasarım örnekleri incelendiğinde, kesişen birçok kavram olmasına karşın ayrışan özellikler de mevcuttur. Özellikle biyolojik sistemlerin kendi içerisinde farklılaşma durumu doğadan esinlenen organizmaların türüne bağlı değişiklik göstermektedir. Bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik özelliklerin kendi içlerindeki ilke ve kuralların özgün olması, tasarım sürecini ve formu etkilediği görülmektedir. Bu nedenle örneklem grubunun bu başlıklar altında 8 er tane örnek sayısı ile karşılaştırılmasına karar verilmiştir.

Örneklem grubunda yapım yılı, uygulanan alan, işlevsel ve dönemsel farklılıklar dahilinde bir sınırlandırma yapılmamıştır.

Örneklem grubu; biyolojik ve dijital tasarım sistemlerinin kullanıldığı, tasarlanılmış, mimari ve tasarım ürünlerini 21. Yüzyıl tarih aralığı içerisinde tasarlanmış örneklerle sınırlandırılmıştır.

Dünyada tasarlanan örnek sayısı az olduğundan dolayı dört başlık için 8'er tane örnekle gruplandırma yapılarak analiz edilmiştir. Öncelikle her bir örneklem grubu için kimlik kartları Ek Tablo 1'deki gibi oluşturularak projeye ait genel bilgiler ile görseller verilmiştir. Daha sonra ise analiz tablosu içerisinde detaylı bir anlatım yapılarak örneklem grubuna ait bilgiler yerleştirilerek tasarım sürecinde formu etkileyen parametrelerin en iyi biçimde algılanmasına dikkat edilmiştir.


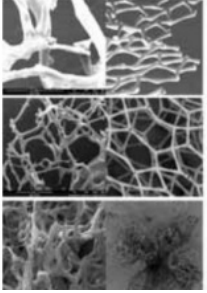



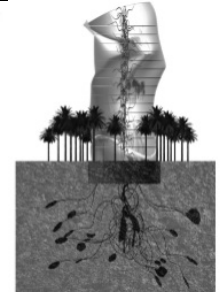
#### **2.4.1. Bitkisel Sistemler Örnekleri**

21. yüzyıl tasarım dünyasında; doğadan öğrenilen ilkelerin kullanımı artmıştır. Dijital araçların yardımıyla biçim, ilke, malzeme gibi birçok parametre hakkında bilgi edinilip disiplinler çalışma alanlarında bu veriler geliştirilmektedir. Çalışma laboratuvarları, tasarım stüdyolarının ortak araştırmaları olan doğanın kullanım varyasyonlarının geliştirilmesi doğa kaynaklarının iyileştirilmesi için bir araçtır. Bu süreçte birçok sistem kullanılmaktadır. Doğada en çok kullanılan sistem ise "bitkisel sistemler"dir.







Biyo-Dijital Tasarım stratejisiyle tasarlanan Bitkisel Sistem örnekleri şunlardır:

- Proje Kodu: 1.1/ Biodigital Barcelona Skyscraper
- Proje Kodu: 1.2/ Fourteen-Story TreeTower
- Proje Kodu: 1.3/ Pod Hotel
- Proje Kodu: 1.4/ Music Pavilion
- Proje Kodu: 1.5/ BioDigital Pavilion-2
- Proje Kodu: 1.6/ Manhattan of the Desert
- Proje Kodu: 1.7/ Lotus Skyscraper
- Proje Kodu: 1.8/ Bioclad

Tablo 3. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Bitkisel Sistem Grubu Tasarım Bilgileri

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Bambu</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Elektronik mikroskop yardımıyla bambu bitkisinin biyolojik özellikleri disiplinler laboratuvarlarda incelenerek geliştirilmiştir. Bambu bitkisinin hem fizyolojik hem de biyolojik özellikleri kullanılmak istenmiştir. Malzeme açısından hafif dayanıklı olması deniz üzerinde tasarlanan yapı için strüktürel açıdan katkı sağlamaktadır. Sayısal kodlama ve parametrik yöntemle oluşturulan tasarım, doğaya uygun olarak tasarlanılmıştır (URL- 52).</p>		
<b>No: 1.1</b>	<b>Proje Adı:</b> Biodigital Barcelona Skyscraper	<b>Tasarımcı:</b> Alberto Estevez, Aref Maksoud	<b>Tür:</b> Bitki <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım
<b>Ağaç</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			
<p><b>Genel Bilgiler:</b> Xfrog'da dijital olarak yetiştirilen yapı, dallarının uçlarıyla şeffaf bir yüzey oluşturmak için bir nokta bulutu tasarlanmıştır. Bu yüzey çevreyle sürekli iletişim kurabilen bir cephedir. Kendi kendine organize eden sistem çözümü uygulanmıştır. Yazılım: Xfrog, Rhino, ParaCloud, MAX (URL-53)</p>			
<b>No: 1.2</b>	<b>Proje Adı:</b> Fourteen-Story TreeTower	<b>Tasarımcı:</b> Dennis Dollens	<b>Tür:</b> Bitki <b>Dijital Yöntem:</b> Karmaşık Sistemler-Öz Örgütlenme

Tablo 3'ün devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Avize Ağacı</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Avize Ağacının biyolojik özellikleri incelenerek güneşe göre hareketlenme yönelimi olduğu görülmüştür. Bu özellik simüle edilerek çiçek yapısının spiral strüktürü esinlenilerek hareket özelliğinin tasarıma kazandırmak istenmiştir. Dijital araçların yardımıyla bu karmaşık yapı çözülmeye çalışılmıştır. Avize ağacının her çiçeği yerine yaşam kapsülü düşünülerek otel odasının mekansal çözümleri yapılmıştır (URL-54).</p>		
<b>No: 1.3</b>	<b>Proje Adı:</b> Pod Hotel	<b>Tasarımcı:</b> Dennis Dollens	<b>Tür:</b> Bitki
			<b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı
<b>Anıt Ağacı</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			
<p><b>Genel Bilgiler:</b> Anıt ağacının, mükemmellik ve güzelliğin mantığının yerine, kontrollü metodolojilerden gelen kusursuz olmayan görüntüler üretilmesi amaçlanmıştır. Bu durum için farklılık kavramından yola çıkılmıştır. Harabe, evcilleşmemiş vahşi doğa, tamamlanmamış ve belirsiz algıların tanımlamak için doğadaki sistemler incelenmiştir. Büyüyen, yetişen ve çürüyen ağaç strüktürünün bu değişimi çürüyen organizmaların nasıl yeniden kullanılıp mimari tasarıma uygulanabilir sorusuna cevap aranmıştır. Tasarımda ağaç morfolojisi incelenerek dijital sistemlerle çözümlendirme yapılmıştır. Organik dokunun büyüyen bir organizma olarak düşünülüp ağaç strüktürüne entegre edilmiştir. Bu sayede ağacın yaşamsal döngüsünün kullanımı devam edecektir (URL-55, URL-56).</p>			
<b>No: 1.4</b>	<b>Proje Adı:</b> Müzik Pavyonu	<b>Tasarımcı:</b> Isaie Bloch	<b>Tür:</b> Bitki
			<b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım

Tablo 3'ün devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Hindiba</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>  Hindiba bitkisinin fizyolojik özelliği olarak geometrisini ve birbirleriyle olan ilişkisi fraktal sistem yardımıyla incelenerek; model olarak birçok varyasyon üretilmiştir. Belirli bir kurala göre bir araya getirilen parçalar hafif bir yapı oluşturacak şekilde tasarlanmıştır.  Bırakılan boşluklarda yapı içerisine hava akışı sağlanarak geçirgen bir tasarım oluşturulmuştur (URL-57).</p>		
<b>No: 1.5</b>	<b>Proje Adı:</b> BioDigital Pavilion-2	<b>Tasarımcı:</b> Alberto E. Estevez	<b>Tür:</b> Bitki <b>Dijital Yöntem:</b> Fraktal Sistem
<b>Kök</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>  Bitki köklerinin sağladığı yaşam döngüsü; bu tasarımın ana temel düşüncesidir. Sıcaklık sorunu olan bir yerde toprak altı alanları kullanmak çözümdür. Bu nedenle hem toprak zenginliğini kullanabilmek hem de ısı kontrolü sağlayabilmek amacıyla kök sistemi incelenmiştir.  Doğal malzeme olan kerpiçin kullanılması bu yaklaşımı desteklemektedir. Bu sayede kentin doğal görünümünü kaybetmeden çevresel sorunlara cevap aranmış, alternatif çözümler üretilmiştir (URL-58, URL-59).</p>		
<b>No: 1.6</b>	<b>Proje Adı:</b> Manhattan of the Desert	<b>Tasarımcı:</b> Estelle Filliat, Charlotte Ferreux, Duc Truong, Elias Vogel	<b>Tür:</b> Bitki <b>Dijital Yöntem:</b> Biçim Grameri

Tablo 3'ün devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Lotus</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>  Lotus, şehirlerdeki tatlı suya ilişkin çözümü sağlayan suyun önemini vurgulayan bir anıt olarak düşünülmüştür. Teknolojik süreçler yardımıyla lotusun suyu temizleyen özelliği geliştirilmiştir.  Tasarım süreci içerisinde 3 boyutlu çizimlerin sayesinde su sorununu mimari form üzerinde gösterilmiştir. Su, kule etrafında dönerek cephede bulunan dinamik kanatçıklar sayesinde suyun kalitesini artırıcı bir çözüm üretilmiştir (URL-60, URL-61).</p>		
<b>No: 1.7</b>	<b>Proje Adı:</b> Lotus Skyscraper	<b>Tasarımcı:</b> Christopher Pin, Timothy Lai	<b>Tür:</b> Bitki <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı
<b>Alg</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>  BIOCLAD, fotosentetik işlemle güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilen, CO2'yi sabitleyen ve O2 üreten mikro-alg ekimine yönelik uyarlamalı bir biyodijital kaplama sistemidir.  Mikro algler, bir tür mikro biyo-rafin edici işlevi görür; biyokütleleri, gıda endüstrisi için proteinler, nutrasötik endüstrisi için omega 3 ve amino asitler, kozmetik ve farmasötik moleküller, biyoplastikler ve etanol ve biyodizel gibi biyo-yakıtlar olarak çıkarılabilir. Gerçek zamanlı olarak çevresel koşulları haritalayabilen ve verileri mekanik ve biyolojik dönüşümler için girdi olarak kullanan bir sensör sisteminin tahsisi, tek bir bileşenin özerk zekasını, dağıtılmış bir zeka sistemini tanımlayan bir bileşen sistemine izin verir (URL-62, URL-63).</p>		
<b>No: 1.8</b>	<b>Proje Adı:</b> Bioclad	<b>Tasarımcı:</b> Federico Borello	<b>Tür:</b> Bitki <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım

### 2.4.2. Hayvansal Sistemler Örnekleri

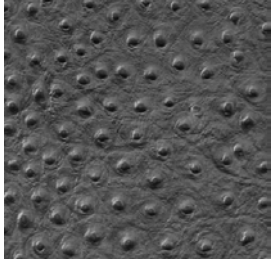
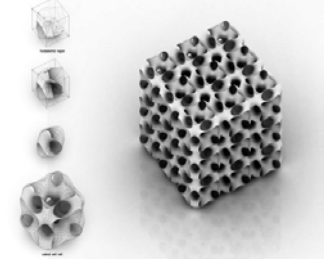


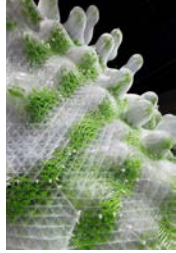

Doğada kullanılan bir diğer sistem; Hayvansal Sistemlerdir. Nesli tükenmiş birçok hayvan türü olsa da ekosistemi canlı tutan ve yaşam döngüsüne katkı sağlayan bu canlılar 21. Yüzyıl içerisinde de ilgi alanlarından biridir.

Biyo-Dijital Tasarım stratejisiyle tasarlanan Hayvansal Sistem örnekleri şunlardır:

- Proje Kodu: 2.1/ Floransa Mimarlık Okulu
- Proje Kodu: 2.2/ H.O.R.T.U.S. XL
- Proje Kodu: 2.3/ The Silk Pavilion
- Proje Kodu: 2.4/ Lumen
- Proje Kodu: 2.5/ Biodigital System Pavilion
- Proje Kodu: 2.6/ XenoDerma
- Proje Kodu: 2.7/ JellyFish Skyscraper
- Proje Kodu: 2.8/ Fiberbots





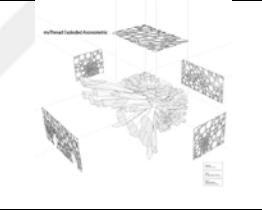

Kimlik kartı içerisinde proje koduyla beraber hayvansal türünü, dijital tasarım yöntemi ve genel bilgilerle beraber görsel veriler kullanılmıştır. Belirli bir lokasyon ve yıl sıralaması yoktur.

Tablo 4. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Hayvansal Sistem Grubu Tasarım Bilgileri


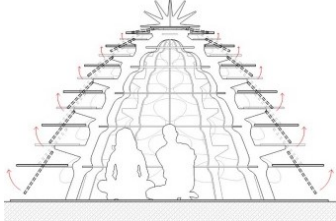


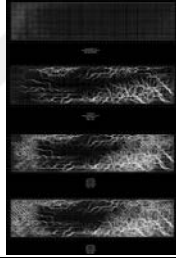

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Deve Kuşu</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Genel biçim bir generatif yöntemle, çok farklı çözümlerin test edilmesiyle ve buradan gelen verilerin optimal, strüktürel bağlamlarının performansa dayalı tasarım yöntemiyle oluşturulmuş, doğadan elde edilen morfo-dinamik süreçle şekillendirilmiştir. Devekuşunun deri özelliklerinden esinlenen projede; organik ve delikli deri, mevcut taş örgü sistemiyle birleşmektedir. Bu sayede iç ve dış mekanlar arasındaki sınırları esnekleştirirken hava ve ışığın geleneksel kapı ve pencerelerde olduğu gibi ve onların yerine geçiş alanlarından girmesine olanak vermektedir (URL-64).</p>		
<b>No: 2.1</b>	<b>Proje Adı:</b> Floransa Mimarlık Okulu	<b>Tasarımcı:</b> Tommaso Casucci	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Mercan</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> ecoLogicStudio'nun hazırladığı H.O.R.T.U.S. XL astaxanthin.g'de dijital bir algoritma, mercan morfolojisinden esinlenerek formun dokusal olarak büyümesini taklit ediyor. Fotosentez yapabilen siyanobakterilerin bulunduğu her bir üçgen hücrenin (biyo-piksel) içine bir biyojel üzerinde yerleştirilerek biyolojik zeka birimleri oluşturuldu. Fotosentezle çalışan metabolizmaları radyasyonu oksijene ve canlı kütleye dönüştürüyor. Eşit yüzeylerin artan radyasyon miktarına göre, fotosentez yapabilen organizmaların en uygun şekilde düzenlenmesi için her bir biyo-pikselin yoğunluk değeri dijital olarak hesaplanıyor (URL-65, URL-66).</p>		
<b>No: 2.2</b>	<b>Proje Adı:</b> H.O.R.T.U.S. XL	<b>Tasarımcı:</b> ecoLogicStudio-Urban Morphogenesis Lab	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım




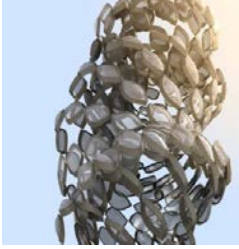


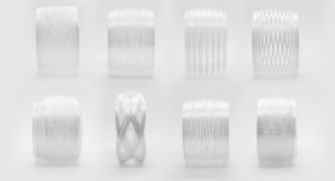

Tablo 4'ün devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>İpek Böceği</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> İpekböceklerinin kozaları tek bir ipek teli üzerinden dokuyarak elde etmesinden esinlenen pavyon, çelik çerçeveyi saran ve bu ana yapı üzerine gevşek olan 6.500 canlı ipekböceği tarafından tamamlanan bir robot dokuma iplikler tabanı kullanılarak oluşturulmuştur. İpekböceklerinin, pavyonun yüzeyinin daha koyu olan alanları için içgüdüsel tercihlerinin bir araya gelmesiyle, pavyonun benekli cildi, böceklerin kendi kozasının ölçeklendirilmiş bir versiyonu tasarlanılmıştır (URL-67).</p>		
<b>No: 2.3</b>	<b>Proje Adı:</b> The Silk Pavilion	<b>Tasarımcı:</b> MIT Media Lab	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Bukalemun</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Dijital üretim araçları ile oluşturulmuş olan tasarım, güneş ışığına reaksiyon veren dokunmuş fiber tekstillerden oluşur. Güneş ışığına, ısıya, harekete duyarlı olacak şekilde etkileşime girerek çevresiyle iletişim kurar. Robotik şekilde üretilmiş olan malzeme çevreye duyarlı ve geri dönüşüm özelliğine sahiptir. Bu durum hayvansal sistemlerde bukalemunun yapısal özelliklerinden renk değiştirme, yüzeylerindeki dokuların geçirgenliği ve harekete duyarlılık gibi mekanizmalar biyolojik ve dijital sistemlerin kullanılmasının sonucu olarak üretilmesine katkı sağlamıştır (URL-68, URL-69, URL-70).</p>		
<b>No: 2.4</b>	<b>Proje Adı:</b> Lumen	<b>Tasarımcı:</b> Jenny Sabin	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Animasyon Tekniğiyle Tasarım

Tablo 4'ün devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Balık</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Tasarım balık formundan etkilenerek yüzeylerindeki pullar dijital araçlarla yeniden oluşturulmuştur. Tasarım üzerine hesaplanarak eklenen bu öğeler hava akışını sağlayacak boşluklar oluşturmuştur. Bu sayede hem fiziksel hem de işlevsel yarar sağlayarak formun çevreyle ilişkisi artırılmış olundu (URL-71).</p>		
<b>No: 2.5</b>	<b>Proje Adı:</b> Biodigital System Pavilion	<b>Tasarımcı:</b> Alberto T. Estévez	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Fraktal Sistem
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Örümcek</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> “ Örümceklerin zihinleri, ağları tamamen bir uzamsal düşünme biçimi oluşturduğundan, bedenlerinde tamamen yer almaz. Ağlarından gelen bilgiler bilişsel sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelir. ” Claudia Pasquero ve Marco Poletto'nun biyolojik ve dijital sistemlerin ortak alanlarından bahseder. Örümceklerin davranışı ve ipek üretimi XenoDerma'da 3B basılı altyapının ve geometrik özelliklerinin tasarımıyla yeniden programlanmıştır. Sonuç, biyolojik, teknolojik ve dijital alemlerin kesiştiği bir yerde bulunan bir zekâ olan ipeksi morfolojilerinin ortak alanlarını ortaya çıkararak alternatif çözüm üretilmiştir (URL-72, URL-73, URL-74).</p>		
<b>No: 2.6</b>	<b>Proje Adı:</b> XenoDerma	<b>Tasarımcı:</b> ecoLogicStudio	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım

Tablo 4'ün devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Denizanası</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Deniz anası morfoloji incelenerek hareket sağlayan ayak uzantılarının dijital yöntemlerle tasarıma uygulanarak yapının hareket özelliği kazanması sağlanmıştır. Bu durum fiziksel çevreden gelen verilere göre tepki verebilme ve iletişim kurabilme imkanı doğurur. Deniz anasının şeffaf yüzeyi ve sıvı dokusundan esinlenilerek modüler bir cephe sistemi oluşturulmuştur (URL-75, URL-76).</p>		
<b>No: 2.7</b>	<b>Proje Adı:</b> JellyFish Skyscraper	<b>Tasarımcı:</b> Fei Maniati-Thalia Michail	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Termit</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Fiberbotlar, örümcekler ve arılar gibi organizmaların, büyük, dayanıklı yapılar oluşturmak için doğal malzemelerden yararlanma şekline ilham almıştır. Her bir canlının kendine ait özellikleri vardır. Termitlerin de çevreye karşı duyarlı bir yapıya sahip olunuşu kendinden daha büyük bir yapı üretimi sağlar. Bu tasarım içerisinde çevresel değişkenlerin gözlemlenebilmesi adına sensörler eklenerek tasarıma canlı özellikler eklenmiş olundu. Bu sayede doğadaki organizmaların hareketlerini bir mimari ürün uygulamış olmaktadır (URL-77, URL-78).</p>		
<b>No: 2.8</b>	<b>Proje Adı:</b> Fiberbots	<b>Tasarımcı:</b> Neri Oxman	<b>Tür:</b> Hayvan <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım


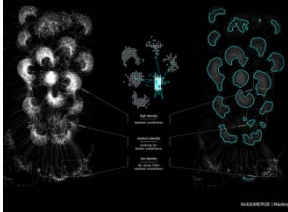
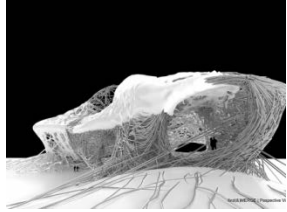

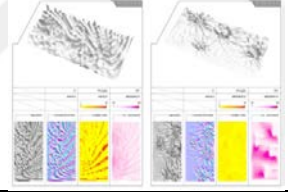

### 2.4.3. Topografik Sistemler Örnekleri

Biyo-Dijital tasarım süreci içerisinde biyolojik sistemlerden biri olan topografik sistemler etkilendikleri dijital tasarım yöntemleri ile esinlendikleri ve öğrendikleri ilkeler doğrultusunda tarih sıralaması yapılmadan yer verilmiştir.


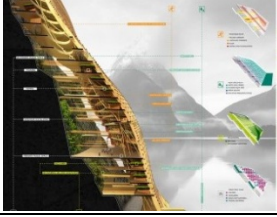


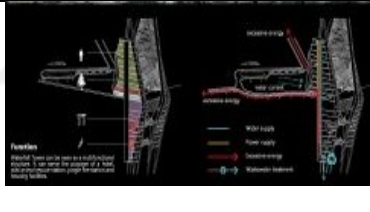

Biyo-Dijital Tasarım stratejisiyle tasarlanan Topografik Sistem örnekleri şunlardır:

- Proje Kodu: 3.1/ Sven
- Proje Kodu: 3.2/ Surfacetension
- Proje Kodu: 3.3/ Mountain Band-Aid
- Proje Kodu: 3.4/ Waterfall Skyscraper
- Proje Kodu: 3.5/ Glaciology Merkezi
- Proje Kodu: 3.6/ Oxymoron Skyscraper
- Proje Kodu: 3.7/ Memorials Of Waste
- Proje Kodu: 3.8/ Digital Grotesque II


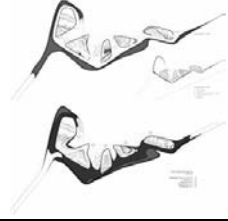

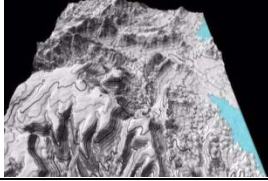


Tablo 5. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Topografik Sistem Grubu Tasarım Bilgileri

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Sarkıt</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Proje, ajan tabanlı bir sistemin etkileşimleriyle ilgili basit kurallara dayanan “aşağıdan yukarıya” bir yaklaşım izlemektedir. Bu sistem büyür ve ortaya çıkan ve kendini organize eden bir davranış durumunda gelişir. Tasarım bu davranışın yoğunluğuna bağlı olarak bir değişim göstermektedir. Topografik dokunun deforme edilerek yeni bir varyasyon üretme süreci dijital araçlarla gerçekleştirilmektedir. Esinlenen dokunun evrimleşmesi fiziksel çevrenin etkileriyle gerçekleşir. Tasarım akışkan, geçirgen ve yumuşak bir dokuya sahiptir (URL-79, URL-80).</p>		
<b>No: 3.1</b>	<p><b>Proje Adı:</b> Sven</p>	<p><b>Tasarımcı:</b> Alessio Erioli, Tommaso Casucci</p>	<p><b>Tür:</b> Topografya  <b>Dijital Yöntem:</b> Kendi Kendini Organize Eden Sistemler</p>
<b>Topografya</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            'surfaceTension', CNC kesimi ve 3 boyutlu dijital araçlar yardımıyla topografyanın zaman içindeki değişimini sanal ortam üzerinden araştırıyorlar.            Bu nedenle 3 farklı seviyede işletilen, yüzeylerin üretilmesi için bir algoritma oluşturuldu. Düzenli bir topolojik alt bölme ızgarası olan düz bir yüzeyden başlayarak algoritmanın ilk seviyesi, x ve y eksenlerinde köşeleri hareket ettirir. Hareket yinelemeli olarak gerçekleşir, böylece yüzeyin topolojisi, köşelerin ve çokgenlerin üst üste binmesini önleyerek bozulmadan kalacaktır. Algoritmanın ikinci seviyesi, kabartma kalıbı oluşturan z ekseninde yüzeyin köşelerini hareket ettirir. Hareket yine farklı şekillerde kontrol edilir. Algoritmanın üçüncü seviyesi, köşelere farklı ağırlıklar atar, bu da kenarların değişken bir kalitesi ile pürüzsüzden keskin arasında değişir (URL-81, URL-82).</p>		
<b>No: 3.2</b>	<p><b>Proje Adı:</b> Surfacetension</p>	<p><b>Tasarımcı:</b> Dimitris Gourdoukis</p>	<p><b>Tür:</b> Topografya  <b>Dijital Yöntem:</b> Animasyon Tekniği</p>







Tablo 5'in devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Dağ</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Sanayileşme sebebiyle doğanın kaynaklarının zarar görmesi yaşamı tehlikeye sokmaktadır. Dağdaki minerallerin korunumu ve insan yaşamının sağlıklı hale gelmesi adına sağ yükseltisi içerisine iyileştirilmiş bir organizasyon oluşturulmuştur. Bitki yetiştirimi, suyun kullanımı ve doğal kaynakların korunumu süreci gelişmekte olan bir tasarım stratejisi belirlenmiştir. Bu nedenle dağdaki toprağı dengelemek, yaşamı sağlamak ve suyu yararlı kullanabilmek için dijital araçlar yardımıyla proje tasarlanmıştır (URL-83, URL-84).</p>		
<b>No: 3.3</b>	<b>Proje Adı:</b> Mountain Band-Aid	<b>Tasarımcı:</b> Yiting Shen, Nanjue Wang, Ji Xia, Zihan Wang	<b>Tür:</b> Topografya <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Şelale</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Şelalenin çekim potansiyelini dönüştürmek, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak, tasarımının temel bir kavramını oluşturuyor. Tasarımda enerji akışını sağlayacak ve doğayla uyumlu bir tasarım oluşturmak istenmiştir. Şelale Kulesi kavramı geleneksel hidroelektrik jeneratörü istasyonundan farklıdır. Şelale Kulesi kavramı, uçurumun üzerinde akış yönü ile bir dizi su çarkı hidroelektrik jeneratörü düzenlemektir. Su çarkı, şelalenin potansiyel enerjisini dolaylı olarak elektrik enerjisini üretmek için Su Kulesi'nin çarklarında yapılan işe dönüştürür. Aşırı elektrik, kuraklık döneminde kullanılmak üzere uçan tekerlekli bataryada depolanır (URL-85, URL-86).</p>		
<b>No: 3.4</b>	<b>Proje Adı:</b> Waterfall Skyscraper	<b>Tasarımcı:</b> Chen Cao	<b>Tür:</b> Topografya <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>

Tablo 5'in devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Buzul</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Buzullar; sürekli değişiklik içerisinde olan bir süreç içerisinde. Her çevresel değişim form olarak değişime neden olmaktadır. Buzulların biçimsel karakterinden esinlenilerek değişken ve dinamik bir tasarım elde edilmek istenmektedir.            Buzulların değişimi yaşam için önemli olan suyun azalmasına ve çevresel dokunun bozulmasına neden olmaktadır. Proje su sorununa çözüm arayarak buzulların mevcut durumundan fazla değişik olmamasına yönelik araştırmalara destek vermektedir.            İklim ve çevre koruma esas olarak politik ve bilimsel düzeyde gerçekleştiğinden, Glaciology Merkezi eğitim, tartışma ve doğrudan deneyimler için bir alan sağlar. Bu merkez aynı zamanda mevcut ve gelecekteki iklim koşulları hakkında somut yorumlarda bulunurken ziyaretçilere buzulların güzelliği ve hayranlığı hakkında bir izlenim sunuyor (URL-87, URL-88).</p>		
<b>No: 3.5</b>	<b>Proje Adı:</b> Glaciology Merkezi	<b>Tasarımcı:</b> Matthias Sütterlin	<b>Tür:</b> Topografya <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Topografya</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Topolojik alanların yıkımını ele alan çalışma, matematiksel yöntemlerle dinamik bir çözüm arayışındadır. Bu dinamik sistemlerdeki enerji dağılımını simülasyon tekniği ile doğadaki yansıması araştırılır.            Tasarımın doğrusal olmayan çizgisi ve tepki veren bir form anlayışı sayesinde karmaşıklığı aramaktadır (URL-89, URL-90).</p>		
<b>No: 3.6</b>	<b>Proje Adı:</b> Oxymoron Skyscraper	<b>Tasarımcı:</b> Luca Pedrielli	<b>Tür:</b> Topografya <b>Dijital Yöntem:</b> Animasyon Tekniği

Tablo 5'in devamı

Lav	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			
	<b>Genel Bilgiler:</b> Tektonik hareketlerden esinlenen tasarım, popülayon ve su kaynaklarını koruma adına çevresel bir arayış içerisinde olan mimari duruşa tepki veren bir yapıdır. Lav hareketleri gibi akışkan ve yıkıcı bir etki yaratmak istenilen tasarım üzerinde zararlı bileşenler bulunmaktadır. Tektonik yapının form düzeninde sürece bağlı değişim söz konusudur (URL-91, URL-92).		
No: 3.7	<b>Proje Adı:</b> Memorials Of Waste	<b>Tasarımcı:</b> Daniel Caven	<b>Tür:</b> Topografya <b>Dijital Yöntem:</b>
Mağara	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			
	<b>Genel Bilgiler:</b> Mağara strüktüründen esinlenen tasarım, hesaplama ve üretim teknolojilerinin ürünüdür. Kumtaşından üretilen farklı geometrilerin birleşiminden oluşmaktadır. Karmaşık topografik dokuya sahip olan proje katmanlı, büyüyen bir organizma düzeni içerisindedir. Digital Grotesque II, geleneksel rasyonalizasyon ve standardizasyon paradigmasını geride bırakan ve bunun yerine izleyicinin algısını vurgulayan, şaşkınlığı, merakı ortaya çıkaran yeni bir mimarinin kanıtıdır (URL-93, URL-94).		
No: 3.8	<b>Proje Adı:</b> Digital Grotesque II	<b>Tasarımcı:</b> Michael Hansmeyer- Benjamin Dillenburger	<b>Tür:</b> Topografya <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım



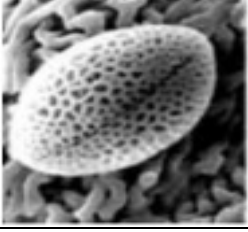
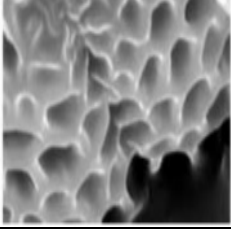

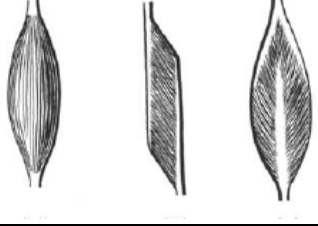


#### 2.4.4. Genetik Sistemler Örnekleri

21. yüzyıl mimarlığı dahilinde biyo-dijital tasarımdaki biyolojik sistemlerden bir diğeri, genetik sistemlerdir. Genetik sistemlerin örneklem grubu; genel bilgilerin verildiği, biyolojik ve dijital bilgi ve görsellerle desteklendiği kimlik kartları ve proje kodlarıyla sıralanmıştır.

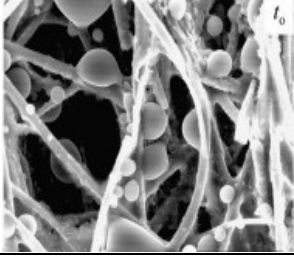
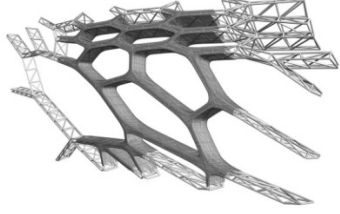




Biyo-Dijital Tasarım stratejisiyle tasarlanan Genetik Sistem örnekleri şunlardır:

- Proje Kodu: 4.1/ Biodigital Barcelona Pavilion-1
- Proje Kodu: 4.2/ Future House
- Proje Kodu: 4.3/ Dancing Water Pavilion
- Proje Kodu: 4.4/ Biodigital Barcelona Chair
- Proje Kodu: 4.5/ Neuron Pod
- Proje Kodu: 4.6/ New Gateway Structure
- Proje Kodu: 4.7/ Cellular Structures
- Proje Kodu: 4.8/ Biochemica: The Living City of The Future


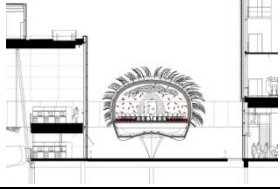

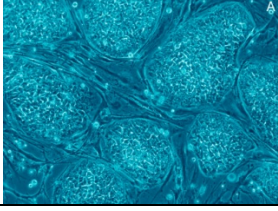

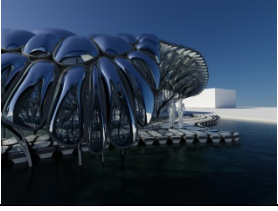
Tablo 6. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Genetik Sistem Grubu Tasarım Bilgileri

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Polen</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Polen dokusunun elektro mikroskopik incelemeleri sonucunda geliştirilen tasarımın, doğadan öğrenme amacı ile dokusal yüzeyi tepkisel olarak oluşturulmuştur. Belirli bir model veya kalıp olmadan çevresel veriler ışığında değişken bir sonuç ortaya koymaya çalışan tasarımcılar; yumuşak bir doku elde etmek istemişlerdir. Tasarım süreci içerisinde farklı dijital araçlar kullanılmıştır. Bu nedenle birçok varyasyon üretilerek çeşitlilik sağlanmıştır (URL-95).</p>		
<b>No: 4.1</b>	<b>Proje Adı:</b> Biodigital Barcelona Pavilion-1	<b>Tasarımcı:</b> Alberto T. Estevez	<b>Tür:</b> Genetik <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım
	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Kas Dokusu</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Matrix'te gösterilen “vücut hücrelerinin” görüntülerinden ilham alan ev, benzer bir enerji ve bilgi alışverişi sistemine dayanıyor. Üst üste gelen cilt kalp gibi davranır. Elektro-duyarlı olan malzeme, tıpkı kalp kası gibi, farklı elektrik stimülasyonları altında genişleyebilir veya büzüşebilir. Programdaki ve gün ışığındaki değişikliklere duyarlıdır. Cilde gömülü olan hücreler, farklı miktarlardaki güneş ışığına tepki vererek cildin daha opak veya yarı saydam olmasını sağlar. Ek olarak, atmosferi saflaştırmak için oksijen de üretirler. Çevreye duyarlı ve yapı içerisinde akışı sağlayan canlı bir düzen oluşturulmuştur (URL-96).</p>		
<b>No: 4.2</b>	<b>Proje Adı:</b> Future House	<b>Tasarımcı:</b> Kuangyi Tao	<b>Tür:</b> Genetik <b>Dijital Yöntem:</b> Performansa Dayalı Tasarım

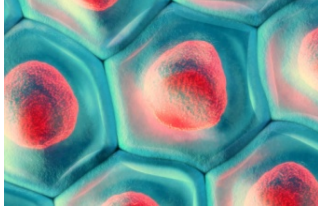


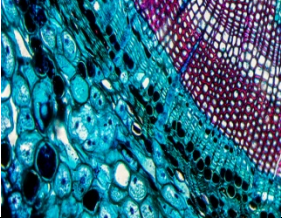
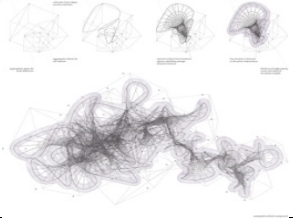

Tablo 6'nın devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Su</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Tasarım suyun dinamiklerinden oluşur. Rüzgarın su yüzeyinde oluşturmuş olduğu dalgalanma enerji akışını sağlayacak form sayesinde gerçekleşir. Bu nedenle form doğadan esinlenilerek oluşturulur. Suyun dalgalanması bize bunu anlatır. Suyun her hareketi form üzerinde bir etki yaratarak bir tepki oluşturmasına neden olur (URL-97, URL-98).</p>		
<b>No: 4.3</b>	<b>Proje Adı:</b> Dancing Water Pavilion	<b>Tasarımcı:</b> SUS&HI Office	<b>Tür:</b> Genetik <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım
<b>Öglena</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			
<p><b>Genel Bilgiler:</b> Protozoa (Protista) üyelerinin tek ortak özelliği, bir hücreli oluşlarıdır. Bir öglena hücresi çok daha karmaşık yapıya sahip olabilir. Çünkü hücrenin kendisi bir organizmadır. Hemen hemen tüm öglena hücreleri, hücre duvarına sahip değildir, aerobik solunum yaparlar ve su olan her yerde bulunabilirler. Mikroskobik biyo-yapının taramalı elektron mikroskobu ile yaptığı araştırma; CNC dijital olarak üretilmiş ve gerçek çim biçimli büyük mimari ölçekte monte edilmiştir. Rhino Programı kullanılarak dijital çizimleri gerçekleştirilmiştir (URL-99).</p>			
<b>No: 4.4</b>	<b>Proje Adı:</b> Biodigital Barcelona Chair	<b>Tasarımcı:</b> Estévez - Muiño - Navarro	<b>Tür:</b> Genetik <b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım

Tablo 6'nın devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Nöron</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b> Will Alspo tarafından tasarlanan 'Neuron Pod', Hücre Merkezinin bir parçası olarak şekillendirilmiş bir eğitim merkezidir. Tasarım yaklaşımı olarak dikkat çekici bir özelliğe sahiptir. Çevresel ve işleve uygun olan beyin temel çalışma birimi nöron hücresinden esinlenilmiştir. Nöron hücresi gibi parçalar arası iletişimi sağlayan ve bununla beraber renk değiştiren özellikler barındırır (URL-100, URL-101).</p>		
<b>No: 4.5</b>	<b>Proje Adı:</b> Neuron Pod	<b>Tasarımcı:</b> Will Alspo	<b>Tür:</b> Genetik
	<b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım		
<b>Hücre</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			
<p><b>Genel Bilgiler:</b> Açık hücreli bir sistem olarak tasarlanan projede, yüzeysel arası ilişki kurularak hücresel dağılım mekanizması geliştirilerek uygulanmıştır. Duyusal özellikler katarak herhangi bir etkileşimde değişiklik göstermektedir. Yapısal strüktür içinde kapsüller işlevsel özelliklere sahiptir. Parametrik sistemlerle oluşturulan proje, yapısal lifler barındırarak harekete esneklik kazandırmıştır (URL-102, URL-103).</p>			
<b>No: 4.6</b>	<b>Proje Adı:</b> New Gateway Structure	<b>Tasarımcı:</b> Minimaforms	<b>Tür:</b> Genetik
	<b>Dijital Yöntem:</b> Parametrik Tasarım		

Tablo 6'nın devamı

	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
<b>Hücre</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Biçimsel dili bir hücrenin yapısal strüktüründen oluşan tasarım; hücrenin yapısının bazı biyolojik özelliklerini de bünyesinde barındırarak çevresine katkı sağlar. Her bir hücrenin görevi vardır. Hücre, yağmur toplayıcıya dönüştürülür:            Ünite bir yağmur toplayıcı sisteminden oluşur. Tasarım dinamik bir “animasyon” süreci düşünülerek üretilmiş aynı zamanda sistemin nasıl işleyeceği de araştırılmıştır. Doğal kaynakların döngüsü yapılarak hücrenin geçişleri mümkün kılınması adına geçirgen bir malzeme kullanılmıştır (URL-104, URL-105).</p>		
<b>No: 4.7</b>	<b>Proje Adı:</b> Cellular Structures	<b>Tasarımcı:</b> Dimitris Gourdoukis	<b>Tür:</b> Genetik <b>Dijital Yöntem:</b> Animasyon Yöntemi
<b>Hücre</b>			
	<p><b>Genel Bilgiler:</b>            Genetik yapılardan hücreden esinlenen tasarımda; hücrelerin farklı varyasyonlarını ele alarak bir düzen oluşturulmuştur. Doğada var olan her bir hücre birbirinden farklı özellikler barındırmaktadır. Bu durum formun gelişimi açısından faydalı olmaktadır. Hücre yapılarının birbiri ile kurduğu ağ sayesinde geçirgen bir doku oluşturulmuştur. Değişken ve dinamik hücre yapılarının bu varyasyonları doğadaki organizmaların keşfi için ilham olmaktadır (URL-106, URL-107).</p>		
<b>No: 4.8</b>	<b>Proje Adı:</b> Biochemica: The Living City of The Future	<b>Tasarımcı:</b> Emiliano Zurita	<b>Tür:</b> Genetik <b>Dijital Yöntem:</b> Evrimsel Tasarım

### 3. BULGULAR

21. yüzyıl mimarlığı ile ilgili genel tanımlamalar yapıldıktan sonra form, mimarlık-doğa-teknoloji ilişkisi üzerinde literatür araştırmaları detaylıca açıklanmıştır. Çalışmanın problemi ve yönteminden bahsedilerek çalışma strüktürü oluşturulmuştur. Araştırmanın yöntem ve tekniklerinde belirlenen tasarım kararlarından sonra analiz tablosu oluşturularak bu veriler tabloya yerleştirilmiştir. Seçilen örneklem grubunun hangi başlıklar altında gruplandırıldığı ve bu grupların tanınması adına örneklere ait kimlik kartları oluşturulmuştur. Örneklem grubu, kendi başlıkları altında tasarım kararlarının yer aldığı analiz tablolarına yerleştirilip, görsel ve yazılı ifadelerle Biyo-Dijital Tasarımda form sürecine ilişkin tespitler yapılmıştır.

Yapılan çalışmada analiz tablosu içerisinde; proje adı, tasarımcı adı, yıl, yer ve işlev gibi kimlik bilgilerinin haricinde biyolojik kararlar, dijital kararlar, kavramsal kararlar ve form kararları adı altında bilgiler eklenerek çizim ve görsellerle desteklenmiştir. Biyo-dijital tasarım süreci içerisinde örneklerin etkilendikleri kararlara göre analiz tablosu üzerinde işaretleme yapılmıştır. Her bir tablo sonunda işaretlenen kararların açıklamaları yapılmıştır.

Biyo-dijital tasarım dahilinde 8 Biyolojik Sistem Örnekleri, 8 Hayvansal Sistem Örnekleri, 8 Topografik Sistem Örnekleri ve 8 Genetik Sistem Örnekleri olmak üzere dört ayrı örneklem grubu karşılaştırmalı şekilde irdelenmiştir.

Biyo-Dijital tasarımda form analizlerine ilişkin izlenen araştırma modeline göre analiz tablolarının (Tablo 2) bulguları şu şekildedir.

Tablo 7. Biodigital Barcelona Skyscraper analiz tablosu

No: 1.1		<b>BIODİJİTAL BARCELONA SKYSCRAPER</b>														
TASARIMCI Alberto T.Estevez																
YER: Barcelona																
YIL: 2008-09																
İŞLEV: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Bambu	Organizma Düzeyi	Bitkisel Organizma							
								Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim							
TÜR							İşlevsel Yaklaşım	Malzeme								
							Davranış Düzeyi	Yapısal Dayanım								
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Parametrik Tasarım	Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası	●							
								Süreklilik	●							
								İletişim Ağı								
								Dinamizm	●							
								Şema-Diyagram								
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
YÖNTEM							Hiyerarşik Olmayan Strüktür									
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amitsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●		●			●		●			●	●	●				

Proje Adı: Biodigital Barcelona Skyscraper

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından biyolojik türün bambu bitkisi olması bitkisel sistemlerin kapsamında veriler kullanıldığı belirlenmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Bambu bitkisinin lineer yapısı, yapı üzerindeki strüktürel sistemin oluşmasına biçimsel olarak etki etmiştir. Biçimsel benzerlik vardır.
- İşlevsel Yaklaşım: Bitkisel türün var olan biyolojik özelliklerinden malzeme kullanımı söz konusudur.
- Davranış Düzeyi: Bambu bitkisinin çevresel ilişkisi; yapısal dayanımlılık özelliği ile fiziksel baskılara karşı korunum sağlamaktadır.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Bitkisel strüktürün çevresel veriler ışığında farklı boyutlarda bir arada kullanılması kendi içindeki düzeninin etkisi sonucudur.
- Süreklilik: Bambu bitkisini geometrik yapısı gereği çizgisel bir anlatım söz konusudur.
- Dinamizm: Fiziksel çevrenin etkisiyle tasarım sürecinde bitkisel sistemlerin değişimi ve durağan olmayan biçimsel yapısı dinamizm etkisi yaratmaktadır.

-Kavramlar Kararlar:

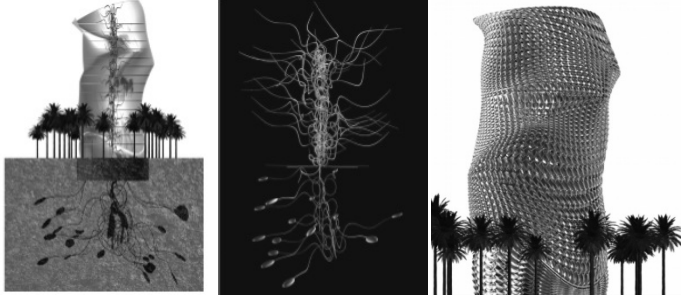


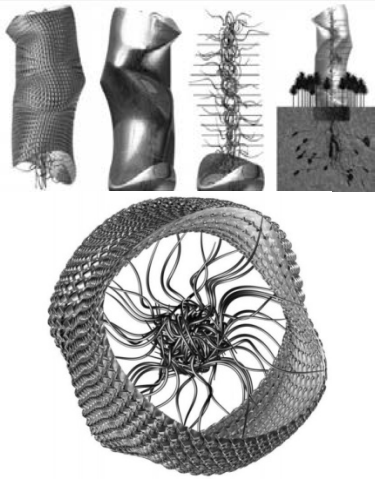

- Simgesellik: Bambu bitkisine biçimsel benzemesi simgesel bir algı oluşturmaktadır.
- Birlik: Formun algılanmasında hem biçimsel hem de malzeme olarak bütünlük oluşturması birlik kavramını temsil etmektedir.
- Devamlılık: Biçimsel uzantıların farklı boyutlarda olması devamlılık sağlamıştır.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Bitkisel esinlenmenin yumuşak çizgilerinin devamlılığı akışkanlık hissi uyandırmaktadır.
- Malzeme: Esinlenen bambu bitkisinden elde edilen malzeme kullanımı vardır.
- Büyüme-Hareket: Kökten uca kadar zamanla bir gelişim görülmektedir.
- Strüktür: Bitkisel türün yapısal özelliği kullanılarak dayanıklı bir strüktür oluşturulmuştur.



Tablo 8. Fourteen Story Tree Tower analiz tablosu

No: 1.2		<i>FOURTEEN-STORY TREE TOWER</i>														
Tasarımcı Dennis Dollens																
Yer: İspanya																
Yıl: 2008																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Ağaç				Organizma Düzeyi		Bitkisel Organizmalar			
											Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim			
											İşlevsel Yaklaşım		Strüktür			
											Davranış Düzeyi		Büyüme			
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Karmaşık Sistemler-Öz Örgütlenme				Doğrusal Olmayan					
											Bağlar Arası					
											Süreklilik					
											İletişim Ağı					
											Dinamizm		●			
											Şema-Diyagram		●			
											Örüntü		●			
											Hiper-Bağlar					
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Antısalılık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●			●	●					●		●	●	●			

Proje Adı: Fourteen Story Tree Tower

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından biyolojik türün ağaç olması bitkisel sistemlerin kapsamında veriler kullanıldığı belirlenmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Ağaçların yapısal dallanması, yapı üzerindeki strüktürel sistemin oluşmasına biçimsel olarak etki etmiştir. Biçimsel benzerlik vardır.
- İşlevsel Yaklaşım: Bitkisel sistemlerin strüktürel yapısı tasarıma etki etmiştir.
- Davranış Düzeyi: Çevresel verilere karşın dallanma özelliği göstermektedir.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Bitkisel strüktürün dallanma özelliği; formun dinamizm özelliği kazandırmıştır.
- Şema-Diyagram: Tasarım sürecinde diyagram anlatımları ile tasarım kararına ulaşma döngüsü mevcuttur.
- Örüntü: Tasarımın dokusal bir örgü ile sarıldığı ve biçimlendirildiği görülmektedir.

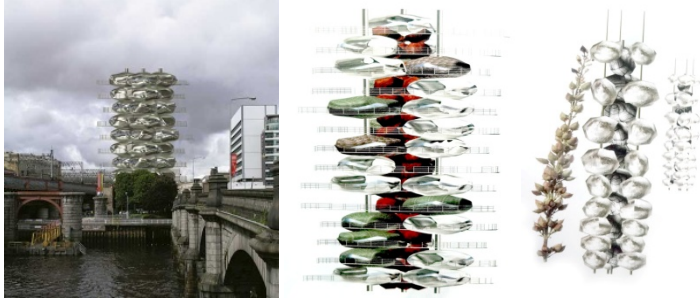

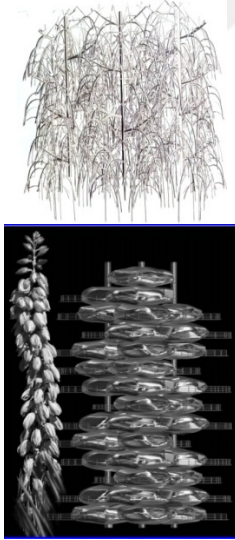
-Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Tasarımda bitkisel tür hem biçimsel hem de strüktürel olarak algılanmaktadır.
- Denge: Ağaç strüktürünün kökten dallarına kadar hem biçimsel hem de fiziksel bir denge vardır.
- Düzen: Dijital hesaplamalar ile dallanma özelliğinin ölçü açısından bir düzen içerisinde olduğu görülmektedir.

-Form Kararları:

- Yönelim: Bitkisel strüktürün fiziksel çevrenin verilerine göre farklı dallanmaların oluşturulmasıdır.
- Büyüme-Hareket: Yapının kök kısmı olarak gösterilen bölümün ve dallarının gelişim özelliği gösterdiği görülür.
- Strüktür: Bitkisel türün kök ve dal özellikleri yapı strüktürü olarak algılanmaktadır.
- Karmaşıklık: Kendi içinde düzene sahip olan formun; karmaşık varyasyonları oluşturularak organizmanın gelişim süreci takip edilmiştir.

Tablo 9. Pod Hotel analiz tablosu

No: 1.3		POD HOTEL														
Tasarımcı Dennis Dollens																
Yer: İspanya																
Yıl: 2008																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS						BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI										
						Avize Ağacı		Organizma Düzeyi		Bitkisel Organizmalar						
								Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim						
TÜR						İşlevsel Yaklaşım		İşlevsellik								
						Davranış Düzeyi		Yönelme								
DİJİTAL REFERANS						DİJİTAL TASARIM KARARLARI										
						Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası								
								Süreklilik								
								İletişim Ağı		●						
								Dinamizm								
								Şema-Diyagram								
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
YÖNTEM						Hiyerarşik Olmayan Strüktür		●								
KAVRAMSAL KARARLAR						FORM KARARLARI										
Simgesellik	Antısalılık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●		●		●					●		●			●		●

Proje Adı: Pod Hotel

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından biyolojik türün avize ağacı olması bitkisel sistemlerin kapsamında veriler kullanıldığı belirlenmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Avize ağaçlarının çiçek dizilimlerinden esinlenilerek tasarımda kapsül biçiminde bir düzen oluşturulduğu görülmektedir.
- İşlevsel Yaklaşım: Çiçek yapısının kapsül olarak yeniden biçimlendirilerek işlevsel çözüm üretilmiş olması işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Avize ağacının ışığa yönelimi, tasarım mekanizması içerisinde kullanıldığı görülmektedir.

-Dijital Tasarım Kararları:

- İletişim Ağı: Kapsüllerin oluşturmuş olduğu düzen, çevresel verileri algılayıp yönlendirme sağlayacak bir iletişim ağının kurgulanmasıyla oluşturulmasıdır.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Baskın bir biçim ve karar mekanizması mevcut değildir.




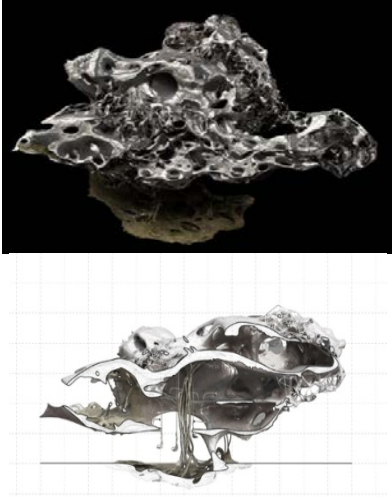

-Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Avize ağacının biçimsel ve işlevsel özellikleri algılanabilmektedir.
- Birlik: Yapısal parçaların bir arada kullanılması bir bütünlük oluşturmaktadır.
- Düzen: Bitkisel sistemin parçalarının bir araya gelmesiyle oluşturulan sistemin çevresel verilere karşı bütüncül tepki vermesidir.

-Form Kararları:

- Yönelim: Oluşturulan kapsüllerin bireysel olarak fiziksel çevreye vermiş oldukları tepkidir.
- Büyüme-Hareket: Canlı düzeninin gelişimi; tasarım strüktüründe kapsüllerin eklenip yönlenebilme özelliğiyle sağlanmaktadır.
- İşlevsellik: Tasarımı oluşturan parçalara işlevsel çözümler eklenmesi durumudur.
- Parçalanma: Tasarımda formun bir bütün olarak ele alınması durumu, mevcut parçaların birleşimiyle gerçekleşir. Her bir parça kendi içinde organize olarak formun oluşmasına etki etmektedir.

Tablo10. Music Pavilion analiz tablosu

No: 1.4		<i>MUSIC PAVILION</i>														
Tasarımcı Isaie Bloch																
Yer: Avusturalya																
Yıl: 2011																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Ağaç				Organizma Düzeyi		Bitkisel Organizmalar			
											Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim			
											İşlevsel Yaklaşım		İşlevsellik			
											Davranış Düzeyi		Çürütme			
TÜR																
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım				Doğrusal Olmayan		●			
											Bağlar Arası					
											Süreklilik					
											İletişim Ağı					
											Dinamizm		●			
											Şema-Diyagram					
											Örüntü					
											Hiper-Bağlar		●			
											Hiyerarşik Olmayan Strüktür					
YÖNTEM																
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amitsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
	●					●	●				●		●			

Proje Adı: Music Pavilion

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasında biyolojik türün ağaç olması bitkisel sistemlerin kapsamında veriler kullanıldığı belirlenmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Ağaçların yapısal dallanması, yapı üzerindeki strüktürel sistemin oluşmasına biçimsel olarak etki etmiştir. Biçimsel benzerlik vardır.
- İşlevsel Yaklaşım: Ağaç yapısının bölümlerinin yeniden ele alınması işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Ağaçların biyolojik süreçlerinde çürüme davranışının sergilenmesi durumudur.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Tasarımda dijital sürecin gelişiminde doğrusal olmayan geometrik biçimlerin yeniden ele alınarak ilişkilendirilmesidir.
- Dinamizm: Tasarım kararlarında dijital araçların kullanımı ile baskın ve dinamik varyasyonların oluşturulup, seçilmesidir.
- Hiper- Bağlar: Ağaç türünün davranış düzeyi olan çürüme döngüsünün fiziksel ortamda yansıtılmasıdır.

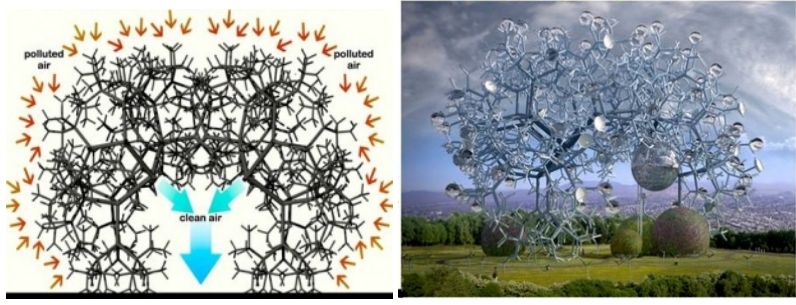

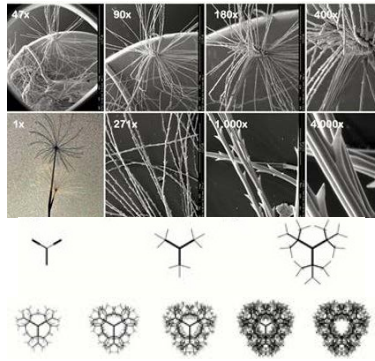
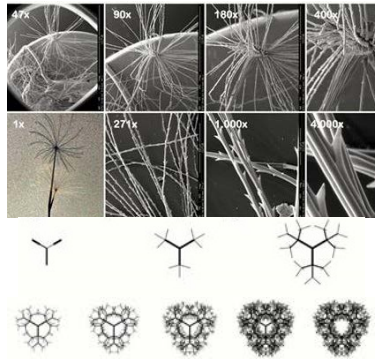
-Kavramlar Kararlar:

- Anıtsallık: Tasarımda seçilen bitkisel türün, zamanla geçirdiği deformasyonun anlatılmasıyla anıtsallık algısı oluşturulmuştur.
- Hiyerarşi: Tasarım formunun algılanması; boyut, ilişki, oran ve biçimin kurmuş olduğu ilişki boyutudur.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Ağaç formunun dijital tasarım araçları ile süregelen akma hissini uyandırdığı dokusal kazanımdır.
- Büyüme-Hareket: Bitki morfolojisinde yer alan çürüme durumu, gelişen ve değişen bir sistemi tanımlar. Bu durum tasarımda formu etkileyen bir kararlardan biridir.
- Karmaşıklık: Doğal sistemlerin gelişim süreçlerinin oluşturmuş olduğu karmaşık düzen; her bir parçanın kurmuş olduğu ilişki sonucu formu etkiler.

Tablo 11. Biodigital Pavilion-2 analiz tablosu

No: 1.5		<b>BIODİJİTAL PAVİLİYON-2</b>														
Tasarımcı Alberto Estevez																
Yer: Barcelona																
Yıl: 2013																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Hindiba		Organizma Düzeyi		Bitkisel Organizmalar					
									Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim					
							TÜR		İşlevsel Yaklaşım		Strüktür					
									Davranış Düzeyi		Büyüme					
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Fraktal Sistem		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
									Süreklilik							
									İletişim Ağı		●					
									Dinamizm							
									Şema-Diyagram							
									Örüntü		●					
									Hiper-Bağlar							
YÖNTEM							Hiyerarşik Olmayan Strüktür									
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amitsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●		●						●				●			●	

## Proje Adı: Biodigital Pavilion-2

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından biyolojik türün hindiba bitkisinin olması, bitkisel sistemlerin kapsamında veriler kullanıldığı belirlenmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Hindiba bitkisini geometrik yapısı gereği aynı stil ancak farklı varyasyonları olan parçaların birleşimi ile form oluşur.
- İşlevsel Yaklaşım: Bitkisel türün yapısal parçalarından elde edilen strüktür, işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Yapısal parçaların birleşimiyle oluşan hindiba bitkisi gibi strüktür sistemi de aynı yöntemle oluşturulmuştur.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- İletişim Ağı: Fraktal sistemle varyasyonları oluşturulan bitki türünün birbiri ile sağladığı tepkisel ilişkinin kurulduğu düzendir.
- Örüntü: Hindiba bitkisinden esinlenen Fraktal parçalarının bir araya gelme durumudur.

### -Kavramlar Kararlar:




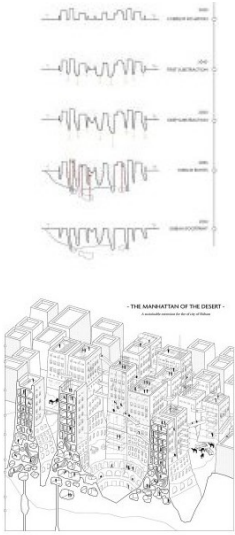
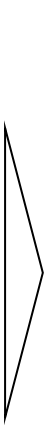
- Simgesellik: Tasarımda hindiba bitkisi hem form olarak hem de strüktür olarak algılanmaktadır.
- Birlik: Bitkinin fraktal sistemde tasarlanan parçalarının bir araya gelerek tasarımı oluşturması durumudur.

### -Form Kararları:

- Geçirgenlik: Esinlenen bitki türünün yapısal geometrisinin dijital tasarım yöntemleri ile yeniden biçimlendirilmesi sonucu oluşan parçaların birleşimiyle oluşan boşluklar, hava sirkülasyonu sağlar. Bu durum formdaki geçirgenliği anlatır.
- Strüktür: Tasarımda bir araya gelen parçaların oluşturmuş olduğu strüktürel yapı, formun kendisidir.
- Dokusallık: Hindiba tütünün detaylı görsel incelemeler ile sayısal araçlarla yeniden ele alınarak oluşturdukları bir araya gelme durumunun yarattığı özgünlük durumudur.



Tablo 12. Manhattan of The Desert analiz tablosu

No: 1.6		<i>MANHATTAN OF THE DESERT</i>														
Tasarımcı Estelle, Ferreux, Truong, Vogel																
Yer: USA																
Yıl: 2018																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Kök		Organizma Düzeyi	Bitkisel Organizmalar						
									Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
									İşlevsel Yaklaşım	İşlevsel						
							TÜR		Davranış Düzeyi	Büyüme						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Biçim Grameri		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası	●						
									Süreklilik							
									İletişim Ağı							
									Dinamizm							
									Şema-Diyagram	●						
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar							
YÖNTEM	Hiyerarşik Olmayan Strüktür	●														
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amitsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
				●	●						●			●		

## Proje Adı: Manhattan of The Desert

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından biyolojik türlerin sahip olduğu kök yapısından esinlenilerek kullanılmıştır.
- Biçimsel Yaklaşım: Kök yapısının aşağıya doğru uzanan uzantıları ele alınmış, kökler arasındaki ilişki forma yansıtılmıştır.
- İşlevsel Yaklaşım: Topraktan aldığı besinleri aktarma işlevi gören köklerin, tasarımda da besin sorununa çözüm arama işlevi görmektedir.
- Davranış Düzeyi: Bitki köklerinin gelişimi “uzama” hareketi ile gerçekleşmesi, formun da bu hareket dahilinde şekillenmesini sağlamaktadır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Tasarım sürecinde formun evrimleşmesi, kök yapısının gelişim diyagramına bağlı olarak kurduğu ilişki sonucu oluşmaktadır.
- Şema-Diyagram: Tasarım dilini algılayabilmek adına gelişim aşamalarının gösterildiği anlatımlardır.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Ölçü, form, işlev olarak birbiri ile ilişkili, zıtlıkları barındırmayan strüktür tasarlanılmıştır. Biçim gramer yöntemi ile birbiri ile benzer stilde ancak farklı varyasyonlar oluşturulmuştur.




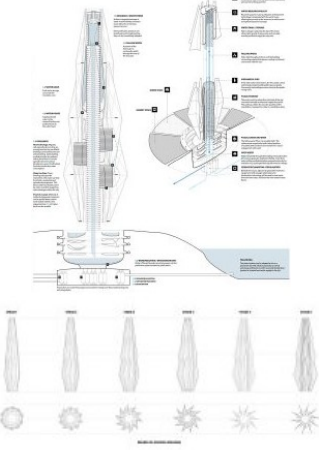

### -Kavramlar Kararlar:

- Düzen: Tasarımda problem olarak görülen fiziksel çevreye çözüm olarak üst yapı ile alt yapı ilişkisi kurulmuş ve kurmuş oldukları biçimsel ve işlevsel düzen tasarımın en önemli düşünsel parçası olmuştur.
- Devamlılık: Formun biçimlenmesinde farklı yönlere eğilim gösterebilecek esnek bir oluşum içinde olma durumudur.

### -Form Kararları:

- Büyüme-Hareket: Uzama hareketinin gelişim süreci, formu etkiler.
- İşlevsellik: Formun uzaması, kentin sorunu olan ısı sorununa çözümdür.

Tablo 13. Lotus Skyscraper analiz tablosu

No: 1.7		LOTUS SKYSCRAPER														
Tasarımcı Christopher Pin, Timothy Lai																
Yer:Canada																
Yıl: 2018																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Lotus		Organizma Düzeyi	Bitkisel Organizmalar						
									Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
									İşlevsel Yaklaşım	Malzeme						
									Davranış Düzeyi	Temizleme						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası	●						
									Süreklilik	●						
									İletişim Ağı							
									Dinamizm							
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar							
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amitsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●			●		●					●	●					

Proje Adı: Lotus Skyscraper

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından lotus çiçeği esinlenilerek biyolojik sistem kapsamında veriler kullanılmıştır.
- Biçimsel Yaklaşım: Lotus çiçeğinin biçimsel varyasyonları oluşturulmuş ve biyolojik özelliği olan suyu temizleme özelliğinin kullanılması mümkün olan form arayışı içerisinde çalışmalar yapılmıştır.
- İşlevsel Yaklaşım: Bitkisel türün biyolojik özelliğinden yeni malzeme geliştirme anlayışı vardır.
- Davranış Düzeyi: Lotus çiçeğinin suyu temizleme özelliği tasarımda kullanılmıştır.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Bitkisel organizmanın hem fiziksel hem de biyolojik özellikleri birbirileri ile bağlantılı şekilde geliştirilip kullanılmasıdır.
- Süreklilik: Canlı türünün biyolojik özelliklerinin kullanımı dijital varyasyonlarında sürekli bir gelişim sağlayarak değişen bir tür olarak alternatifler üretilmektedir.

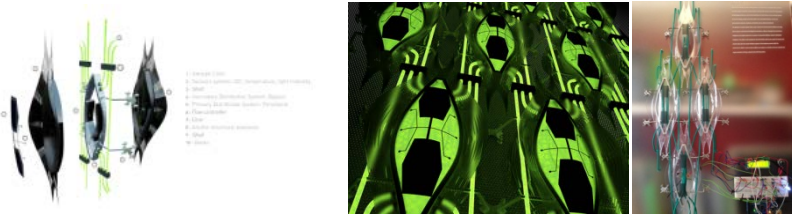
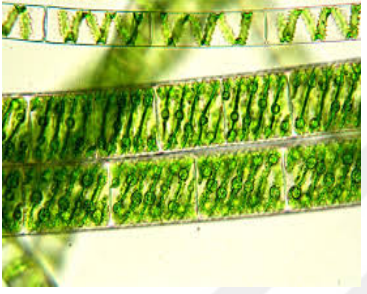

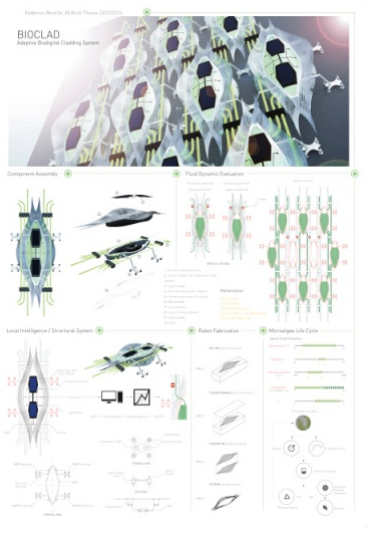

-Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Lotus çiçeğinin hem biyolojik hem de fiziksel özelliklerinin form üzerinde algılanabilir olma durumudur.
- Denge: Formdaki biçimsel denge, lotus çiçeğinin algılanabilir olmasıdır.
- Devamlılık: Dijital tasarım araçları ile bitkisel türün varyasyonlarının üretilebilir olma durumudur. Lotus çiçeği için alternatif formlar içerisinde seçim yapılmış olduğu görülmektedir.

-Form Kararları:

- Malzeme: Form sürecini etkileyen en büyük faktör malzeme durumudur. Lotus çiçeğinin suyu temizleme özelliği yeni malzeme arayışına neden olmuştur.
- Büyüme-Hareket: Biyolojik özelliğinin uygulanabilir olması açısından forma dönme hareketi özelliği kazandırılması, yapı formunu etkilemiştir.

Tablo 14. Bioclad analiz tablosu

No: 1.8		<i>BIOCLAD</i>														
Tasarımcı Federico Borello																
Yer: İngiltere																
Yıl: 2014																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Alg		Organizma Düzeyi	Bitkisel Organizmalar						
									Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
							TÜR		İşlevsel Yaklaşım	Malzeme						
									Davranış Düzeyi	Enerji Dönüşümü						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
							YÖNTEM		Süreklilik							
									İletişim Ağı	●						
									Dinamizm							
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar	●						
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür	●						
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●			●					●				●	●	

## Proje Adı: Bioclad

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından alglerin biyolojik ve fizyolojik özelliklerinden esinlenilerek bitkisel sistem kullanılmıştır.
- Biçimsel Yaklaşım: Alglerin yumuşak geometrisi biçimsel olarak kullanılmıştır.
- İşlevsel Yaklaşım: Oksijen döngüsüne yardımcı olan kimyasal özellikler barındıran alglerin yeni malzeme üretimi açısından yararlanılmaktadır.
- Davranış Düzeyi: Algler aldığı ışık enerjisini kullanarak girdiği kimyasal reaksiyonlar sonucunda bio enerji üretimi sağlamaktadır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- İletişim Ağı: Dijital ortamda analiz edilen alglerin kimyasal reaksiyonlar için birbirileri ile kurduğu düzendir.
- Hiper-Bağlar: Hem biçimsel hem de biyolojik özelliklerin parametrik tasarım yöntemiyle geliştirilmesi ve kullanılması durumudur.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Yapısal açıdan tasarım modeli tektir. Bir araya gelme durumları, tasarım süreci içerisinde formun boyut ve çevresel sınırlamalara bağlıdır.

### -Kavramlar Kararlar:

- Birlik: Alglerin bir araya gelerek bir bütün olarak organize çalışması ve form açısından bu durumun algılanabilir olmasıdır.
- Devamlılık: Alglerin sağladığı enerji dönüşümünün kesintisiz olarak ilerlemesi ve sağladığı faydalı olma durumudur.

### -Form Kararları:

- Malzeme: Formun oluşturulmasında malzemenin etkisi büyüktür. Yeni malzeme anlayışı formun önüne geçerek yapılacak olan varyasyonlar sınırlandırılmıştır.
- İşlevsellik: Malzeme üretimi ve kullanımı form kaygısından daha önemlidir. Tasarlanacak ürünün sağladığı fayda ön planda tutulup, forma etkisi daha sınırlıdır.
- Dokusallık: Alglerin biçimsel olarak bir araya gelmesiyle oluşan bir düzendir. Bu durum tasarıma bir karakter katarak özgün bir yaklaşım elde edilmiş olunur.



Proje Adı: Floransa Mimarlık Okulu

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasında devekuşlarının deri yüzeylerinin biyolojik ve fizyolojik özelliklerinden esinlenilerek kullanılmıştır.
- Biçimsel Yaklaşım: Hayvansal türün deri özelliğinin biçimsel olarak kullanılmasıdır.
- İşlevsel Yaklaşım: Biyolojik tasarım kararlarında işlevsel çözüm kriterleri mevcuttur. Tasarım eğitim yapısı olarak düşünülmüştür.
- Davranış Düzeyi: Hayvansal türün deri özelliği sebebiyle formda açılan boşluklu dokular hava ve ışık sirkülasyonuna destek vermektedir.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Dijital tasarım sürecinde morfo-dinamik süreçle beraber form şekillendirilmiştir.
- Şema-Diyagram: Performansa dayalı tasarım yöntemiyle, yapının tasarım sürecini ifade eden dijital anlatımları kapsar.

-Kavramlar Kararlar:




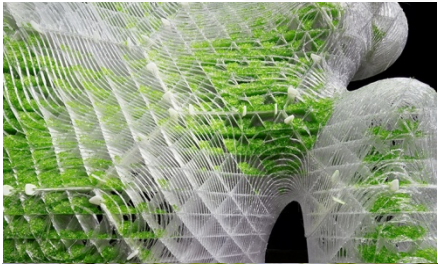


- Birlik: Tasarımda formun oluşumunda hem biçimsel, hem işlevsel hem de strüktürel olarak algılanabilir bir bütünlük mevcuttur.
- Hiyerarşi: Formun bütünündeki etki fiziksel çevre üzerinde fazladır.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Formun oluşumundaki çizgisel akışlar yapının esnek ve yumuşak bir biçim halini alması durumudur.
- Geçirgenlik: Hayvansal türün derisinden esinlenilerek oluşturulan yapısal boşluklar ışık ve hava geçirgenliği yanı sıra, formun bütünündeki biçimsel karar geçirgenlik kapsamı dahilindedir.
- Dokusallık: Deri dokusunun dijital tasarım araçları ile geliştirilip işlevsel ve estetik özellikler kazandırılması formun oluşumu sürecinde etkili olmuştur. Deri dokusunun farklı varyasyonları dijital araçlar sayesinde denenerek özgün bir tasarım anlayışı yakalamak istenmiştir.



Tablo 16. H.O.R.T.U.S. XL analiz tablosu

No: 2.2		H.O.R.T.U.S. XL														
Tasarımcı ecoLogicStudio-Urban Morph. Lab																
Yer: Fransa																
Yıl: 2019																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Mercan		Organizma Düzeyi	Hayvansal Organizmalar						
									Bıçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
İşlevsel Yaklaşım	Malzeme															
TÜR	Davranış Düzeyi						Enerji Dönüşümü									
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
 							Parametrik Tasarım		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası		●					
Süreklilik		●														
İletişim Ağı																
Dinamizm																
Şema-Diyagram																
Örüntü																
Hiper-Bağlar																
YÖNTEM		Hiyerarşik Olmayan Strüktür														
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
			●		●					●	●				●	

Proje Adı: H.O.R.T.U.S. XL

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından mercanların dokusal olarak biyolojik ve fizyolojik özelliklerinden esinlenilerek kullanılmıştır.
- Biçimsel Yaklaşım: Mercanların dokusal olarak yüzeylerindeki çıkıntılar tasarım süreci içerisinde formun oluşmasında etkili olan parametrelerden biridir.
- İşlevsel Yaklaşım: Formun bünyesinde bulunan organizmalar sayesinde fotosentez yapan bir sistem oluşturulmuş ve yeni malzeme arayışı içerisinde.
- Davranış Düzeyi: Organizmanın kimyasal reaksiyonları sonucunda enerji dönüşümü için biyolojik özellikler kullanılmıştır.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Parametrik tasarım yöntemi ile çevresel verilerin etkisi form üzerinde bütüncül olarak yansımaktadır.
- Süreklilik: Dijital araçlarla tasarımın biyolojik verileri ile formun geliştirilmesi beraber ilerlemekte ve değişen her bir parametreye karşın farklı bir çözüm üretilebilmektedir.



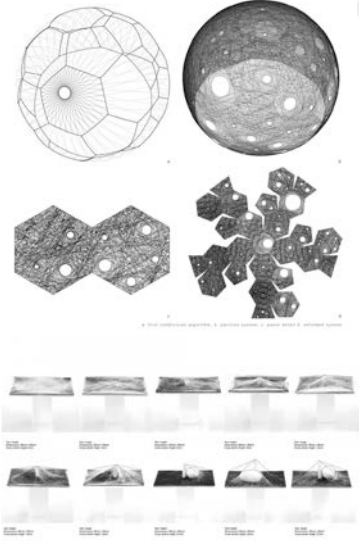
-Kavramlar Kararlar:

- Denge: Mercan türünün dokusal özelliğinin dağılımı ve birbirleri ile ilişkisi düzenli bir dengenin olması algılanabilirliği arttırmaktadır.
- Devamlılık: Biyolojik türün değişken özelliği, formun oluşumunda değişim stratejisine uygundur.

-Form Kararları:

- Malzeme: Formun oluşmasında mercan türünün dokusal özelliğinin olması ve kimyasal reaksiyonlar için geçirgen bir malzeme kullanımı forma esneklik katmıştır.
- Büyüme-Hareket: Her bir dokusal yüzey; reaksiyonlar sırasında farklı boyutlarda olabilmektedir. Bu durumda form büyüyen ve gelişen bir yapıya sahiptir
- Dokusallık: Mercanın dokusal yapısı formun etkileyici ve ilgi çekici özellik katmıştır.

Tablo 17. The Silk Pavilion analiz tablosu

No: 2.3		<i>THE SILK PAVILION</i>														
Tasarımcı MIT Media Lab																
Yer: USA																
Yıl: 2011																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							İpek Böceği	Organizma Düzeyi		Hayvansal Organizmalar						
								Biçimsel Yaklaşım		Yüzeysel Biçim						
								İşlevsel Yaklaşım		Malzeme						
								Davranış Düzeyi		Üretim						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım	Doğrusal Olmayan		●						
								Bağlar Arası		●						
								Süreklilik		●						
								İletişim Ağı								
								Dinamizm		●						
								Şema-Diyagram								
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
								Hiyerarşik Olmayan Strüktür								
								KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI	
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●			●			●		●						

Proje Adı: The Silk Pavilion

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından ipek böceklerinin davranışları irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: İpek böceklerinin bir aradaki davranışları sonucunda yapay veya doğal bir biçimin elde edilmesini kapsar.
- İşlevsel Yaklaşım: Hayvansal türün davranışları sonucunda üretilmiş olan malzeme, tasarım kararları dahilinde belirleyici olmuştur.
- Davranış Düzeyi: İpek böceklerinin doğal davranışları üretim sağlayarak, ipek lifleri elde edilmiş olunur.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Dijital araçlarla ipek böceğinin olağan davranışları izlenmiş ve organik forma sahip biçimler ürettiği görülmektedir.
- Bağlar Arası: Hayvansal türün kendi organizmaları içindeki davranış ve gelişimlerin incelenerek forma yansıma durumudur.
- Süreklilik: Malzeme üretim süreci, durağan olmayan doğal bir davranış sonucudur. Dijital tasarım kararlarında bu süreç incelenerek değerlendirilmiştir.
- Dinamizm: Form üzerinde dinamik bir canlı türünün hem yaşaması hem de malzeme üretimi forma dinamik bir etki katmaktadır.

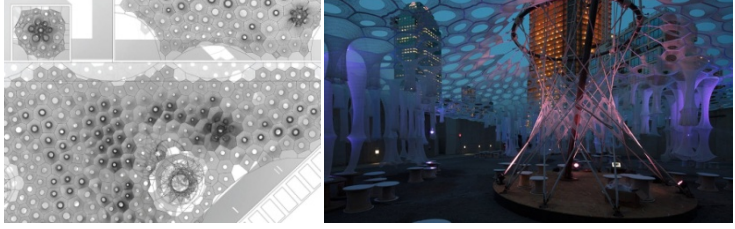

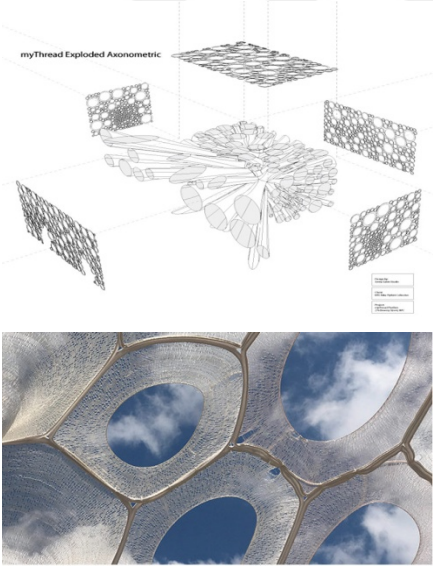
-Kavramlar Kararlar:

- Birlik: Canlı organizmanın üretim sonucu oluşan formun bütüncül olarak algılanması durumudur.
- Devamlılık: Canlı bir tür ile formun beraber gelişmesi, devam eden ve dönüşen bir süreci tanımlar.

-Form Kararları:

- Geçirgenlik: Formla gelişen yapı malzemesi, ipek liflerden oluşmaktadır. İpek lifler geçirgen bir yüzey oluşturur. Bu durum forma esnek bir özellik kazandırmaktadır.
- Malzeme: İpek böceklerinin ürettiği lifler, formun gelişimi için önemlidir. İpek böcekleri doğal davranışları sonucu organik formlar üretilmektedir.

Tablo 18. Lumen analiz tablosu

No: 2.4		<i>LUMEN</i>														
Tasarımcı Jenny Sabin																
Yer: USA																
Yıl: 2017																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Bukalemun	Organizma Düzeyi		Hayvansal Organizmalar						
								Biçimsel Yaklaşım		Yüzeysel Biçim						
								İşlevsel Yaklaşım		Strüktür						
								Davranış Düzeyi		Tepki						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Animasyon Tekniği. Tasarım	Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası								
								Süreklilik								
								İletişim Ağı		●						
								Dinamizm								
								Şema-Diyagram								
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
								Hiyerarşik Olmayan Strüktür								
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
			●	●				●		●	●				●	

Proje Adı: Lumen

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından bukalemunun fiziksel çevreye karşı vermiş olduğu fiziksel tepkilerden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Bukalemunun derisinin renk değişimi form tasarım sürecine ilham olmuştur.
- İşlevsel Yaklaşım: Deri yüzeyindeki dokuların geliştirilmesi sonucunda oluşturulan strüktür formu şekillendiren ana etmendir.
- Davranış Düzeyi: Biyolojik türün fiziksel çevrenin durumuna bağlı olarak tepki vermesi tasarım sürecinde formun oluşumunda etkili olmuştur.

-Dijital Tasarım Kararları:

- İletişim Ağı: Hayvansal türün fiziksel çevreye karşı vermiş olduğu tepki animasyon tekniği ile dijital tasarım kararları kapsamındadır.


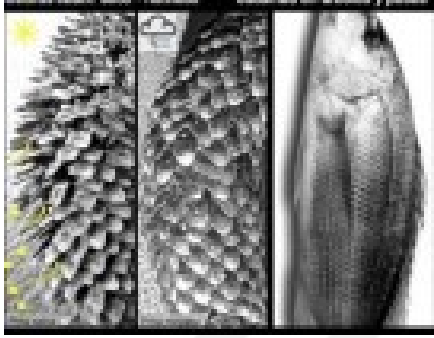

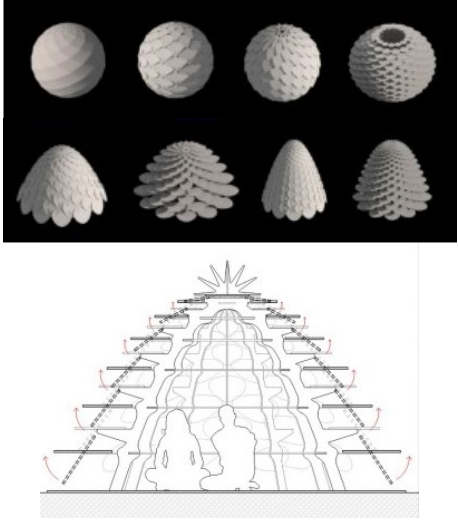

-Kavramlar Kararlar:

- Denge: Geometrik parçaların bir araya gelmesiyle oluşan dokusal denge formun algılanabilmesini sağlamaktadır.
- Düzen: Dokusal parçaların bir araya gelerek oluşan form, kendi içinde geometrik bir düzen içindedir.

-Form Kararları:

- Geçirgenlik: Kullanılan fiber malzeme ile dokusal boşluklar forma geçirgenlik özelliği kazandırmaktadır.
- Malzeme: Fiber tekstil malzeme esneklik sağlayarak formun oluşumda sınırsız varyasyon sağlar.
- Büyüme-Hareket: Fiziksel çevreye ışık, hareket ve renk değişimi ile tepki veren yüzeylerden oluşan form, canlılık düzeyini yakalayarak değişim sağlamaktadır.
- Dokusallık: Bukalemun derisinin geometrik yapısı ile boşluk-doluluk ve boyutsal farklılıklar sayesinde form boyut kazanmıştır.

Tablo 19. Biodigital System Pavilion analiz tablosu

No: 2.5		<i>BIODIGITAL SYSTEM PAVILION</i>														
Tasarımcı Alberto Estévez																
Yer: İspanya																
Yıl: 2015																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Balık		Organizma Düzeyi	Hayvansal Organizmalar						
									Biçimsel Yaklaşım	Yüzeysel Biçim						
									İşlevsel Yaklaşım	Strüktür						
									Davranış Düzeyi	Hareket						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Fraktal Sistem		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
									Süreklilik							
									İletişim Ağı							
									Dinamizm	●						
									Şema-Diyagram							
									Örüntü	●						
									Hiper-Bağlar							
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür							
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●	●					●			●				●	

## Proje Adı: Biodigital System Pavilion

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından balık pullarının geometrik yapısından esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Balık pullarını bir araya gelerek farklı mekanizmalarda kullanımı formun kendi içinde değişimine imkan tanımaktadır.
- İşlevsel Yaklaşım: Hayvansal türün dokusundaki pulların oluşturmuş olduğu strüktür, işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Fiziksel çevrenin durumuna bağlı olarak yüzeysel hareket sağlanarak hava, ışık geçişine imkan tanır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Dijital sistemler sayesinde pulların hareket özelliği kazanması tasarıma dinamiklik kazandırmıştır.
- Örüntü: Balık türünün pullarının dijital araçlarla bir araya gelerek oluşturdukları dokusal yüzey, örüntü kapsamındadır.

### -Kavramlar Kararlar:

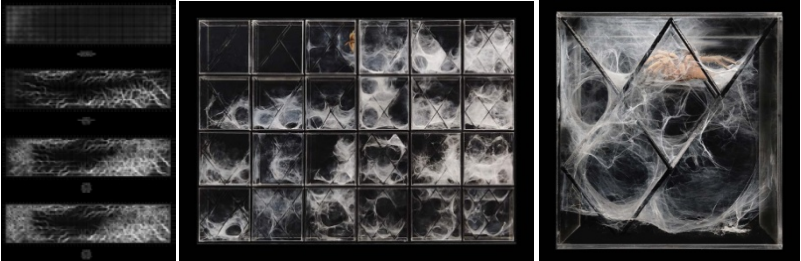

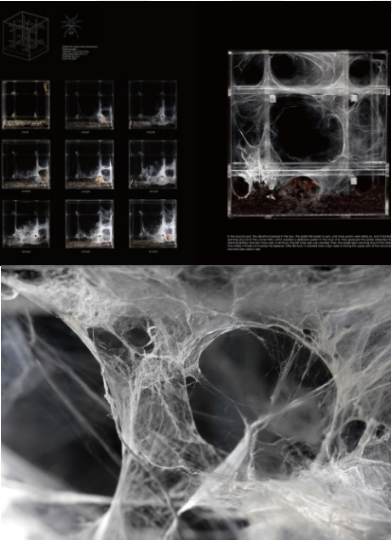
- Birlik: Formu oluşturan pul strüktürlerinin hareket bütünlüğü ile formun birlik kapsamında algılanabilirlik düzeyi artmaktadır.
- Denge: Parçaların bir araya gelerek oluşturdukları düzenin; belirli bir kuralla (Fraktal Sistem) oluşması durumudur.

### -Form Kararları:

- Geçirgenlik: Balık pullarının bir arada kullanılması ile oluşturulan forma, davranış özelliği olan hareket sisteminin eklenmesiyle oluşan boşlukların yaratmış olduğu etkidir.
- Büyüme-Hareket: Fiziksel çevreni durumuna göre tepki veren form; hava ve ışık geçişlerine izin veren bir mekanizması mevcuttur. Bu sayede form çevreye tepki verebilen bir organizma gibi hareket etmektedir.
- Dokusallık: Balık pullarının dijital tasarım araçları ile yeniden değerlendirilmesi sonucunda bir araya gelerek oluşturdukları düzendir.



Tablo 20. Xenoderma analiz tablosu

No: 2.6		XENODERMA														
Tasarımcı ecoLogicStudio																
Yer: Fransa																
Yıl: 2019																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Örümcek	Organizma Düzeyi	Hayvansal Organizmalar							
								Bıçimsel Yaklaşım	Yüzeysel Biçim							
							TÜR	İşlevsel Yaklaşım	Malzeme							
								Davranış Düzeyi	Üretim							
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım	Doğrusal Olmayan	●							
								Bağlar Arası	●							
								Süreklilik	●							
								İletişim Ağı								
								Dinamizm								
								Şema-Diyagram								
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
								Hiyerarşik Olmayan Strüktür								
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●			●			●		●						

## Proje Adı: Xenoderma

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasında örümcek davranışları irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Sınırlandırılmış bir alan içerisinde örümceğin davranışları sonucu oluşan strüktürel ağ biçimsel yaklaşım kapsamındadır.
- İşlevsel Yaklaşım: Hayvansal türün davranışları sonucunda üretilmiş olan malzeme, tasarım kararları dahilinde belirleyici olmuştur.
- Davranış Düzeyi: Örümceğin bulunduğu ortamdaki nesne veya yüzeylerle kurmuş olduğu ilişki sonucu ürettiği örümcek ağı örgüsü bir üretim davranışıdır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Örümceğin, örmüş olduğu ağ, doğrusal niteliği olmayan karmaşık bir düzen içerisindedir.
- Bağlar Arası: Dijital tasarım süreci içerisinde incelenen örümcek, bulunduğu alan içinde iletişim kurduğu nesnelere arasında ağ kurarak ilişki sağlar. Bu ilişki sonucunda yoğunluğu değişken dokular oluşturarak formun sürecini etkilemektedir.
- Süreklilik: Malzeme üretim süreci, durağan olmayan doğal bir davranış sonucudur. Performansa dayalı tasarım yöntemi ile bu süreç incelenerek form üzerindeki etkisi incelenmiştir.

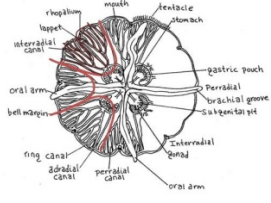
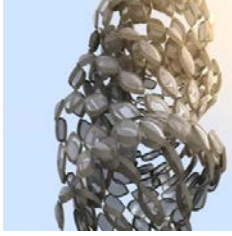


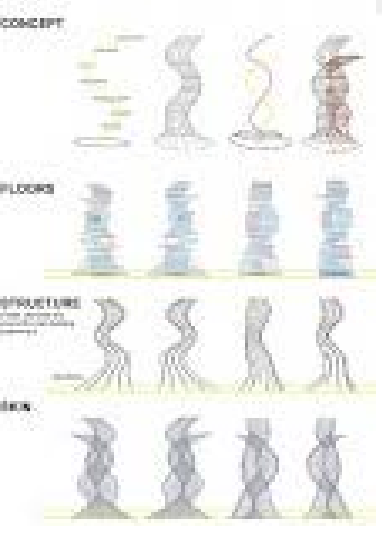
### -Kavramlar Kararları:

- Birlik: Nesnelere arasında örümceğin kurmuş olduğu ilişki sonucu ağ sistemiyle somut bir veri sunar. Bu durum form, malzeme ve canlı ilişkisi üzerinde bütüncül bir yaklaşım doğurur.
- Devamlılık: Formun örümceğin kurmuş olduğu ağ ile gelişim ve değişim sürecidir.

### -Form Kararları:

- Geçirgenlik: Örümcek ağların ince dokusu forma geçirgen bir yapı kazandırır. Bu durum; forma esneklik ve değişkenlik kazandırır.
- Malzeme: Örümceklerin ürettiği ağ sistemi formun uygulanmasında malzeme olarak kullanımını geliştirilmektedir.

Tablo 21. Jellyfish Skyscraper analiz tablosu

No: 2.7		<b>JELLYFISH SKYSCRAPER</b>														
Tasarımcı Fei Maniati-Thalia Michail		  														
Yer: İspanya																
Yıl: 2009																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS					BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI											
					Denizanası	Organizma Düzeyi	Hayvansal Organizmalar									
						Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim									
						İşlevsel Yaklaşım	Strüktür									
						Davranış Düzeyi	Hareket									
DİJİTAL REFERANS					DİJİTAL TASARIM KARARLARI											
					Parametrik Tasarım	Doğrusal Olmayan										
						Bağlar Arası										
						Süreklilik										
						İletişim Ağı	●									
						Dinamizm	●									
						Şema-Diyagram										
						Örüntü										
						Hiper-Bağlar										
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																
KAVRAMSAL KARARLAR					FORM KARARLARI											
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●		●						●	●		●	●				

Proje Adı: Jellyfish Skyscraper

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından denizanasının biçimsel esinlenmesi haricinde davranışları da irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Denizanasının şeffaf ve sıvı dokusu modüler parçalarda kullanılarak biçimsel kurgusu oluşturulmuştur.
- İşlevsel Yaklaşım: Denizanasının strüktürel yapısı ve hareket sistemi işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Hayvansal türün sahip olduğu uzantıların hareket sağlaması tasarım kararlarında formun etkilendiği parametrelerden biridir.

-Dijital Tasarım Kararları:

- İletişim Ağı: Parçaların dijital sistemlerde geliştirilerek birleştirilmesiyle oluşan formun çevreyle kurduğu ilişkiyi kapsamaktadır.
- Dinamizm: Dijital tasarım araçlarıyla hareket sistemi çözülen tasarımın yaratmış olduğu kinetik tavidir.



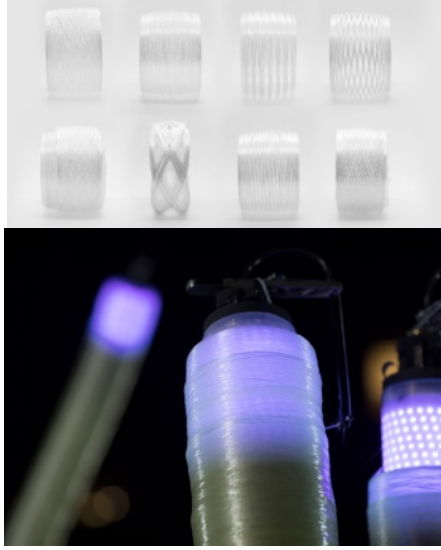
-Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Denizanasından esinlenilerek hem biçimsel hem de strüktürel yapının algılanabilirlik durumudur.
- Birlik: Parçaların bir araya gelmesiyle oluşturulan formun, oluşturmuş olduğu düzendir.

-Form Kararları:

- Geçirgenlik: Denizanasının şeffaf ve sıvı dokusu, modüler parçalarda kullanılarak forma geçirgenlik özelliği katmıştır.
- Yönelim: Biçimsel esinlenme sonucunda oluşturulan uzantıların fiziksel çevreye vermiş olduğu tepkidir.
- Büyüme-Hareket: Formun uzantılarının iletişim kurabilme ve hareket etme özelliği ile forma değişebilirlik imkanı sağlanmaktadır.
- Strüktür: Şeffaf modüllerin biçimsel kurguyla oluşturmuş olduğu strüktür sistemi ile form birbiri ile ilişkili ve değişkendir.

Tablo 22. Fiberbots analiz tablosu

No: 2.8		<b>FIBERBOTS</b>														
Tasarımcı Neri Oxman																
Yer: Zürih																
Yıl: 2018																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Termit		Organizma Düzeyi		Hayvansal Organizmalar					
									Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim					
							TÜR		İşlevsel Yaklaşım		İşlevsellik					
									Davranış Düzeyi		Üretim					
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
							YÖNTEM		Süreklilik		●					
									İletişim Ağı							
									Dinamizm		●					
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar							
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür		●					
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●					●				●		●			●		

## Proje Adı: Fiberbots

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından termitlerin davranışları irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Termitlerin oluşturmuş oldukları dokusal ve doğrusal yapılar esinlenilerek yeni form arayışı içine girilmiştir.
- İşlevsel Yaklaşım: Termitlerin oluşturmuş olduğu yapısal strükture aydınlatma özellikleri kazandırılarak işlevsel yaklaşım kapsamına dahil olmuştur.
- Davranış Düzeyi: Hayvansal türe ait kendi kendini organize eden düzenin içerisinde üretim sağlanarak farklı formlar oluşturulmuştur.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Süreklilik: Dijital araçlarla bu formların farklı varyasyonları oluşturulmaktadır. Değişen fiziksel çevreye adapte olabilmeye durumudur.
- Dinamizm: Tasarım araçları sayesinde formların farklı yönelmeleriyle dinamik bir etki oluşturulmuştur.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Tasarımdaki formların birbiri ile boyutsal uyumu, yönelim gibi hareket sensörlerini etkileyen hiyerarşik bir durum oluşturmaz.

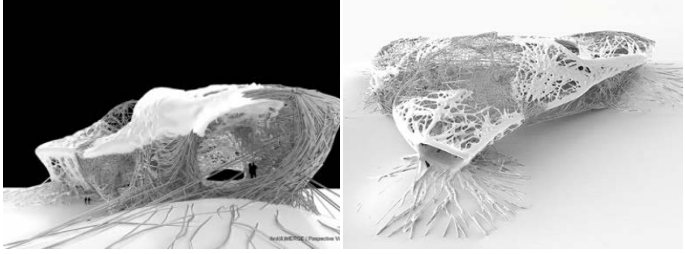


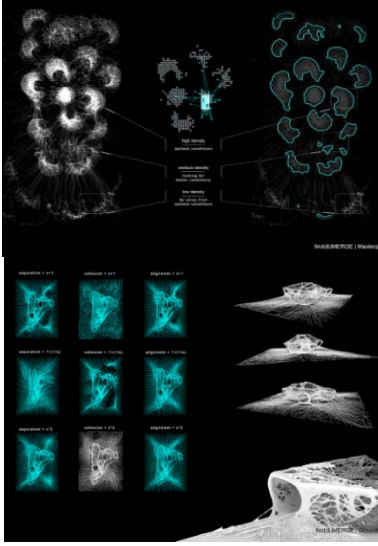

### -Kavramlar Kararları:

- Simgesellik: Termitlerin oluşturdukları biçimsel kurgu ile düzenin form üzerinde algılanabilirlik durumudur.
- Devamlılık: Gelişebilir, uyarlanabilir ve değişebilir bir düzene sahip olan tasarımın birçok varyasyonu üretilebilir.

### -Form Kararları:

- Yönelim: Çevresel veriler ışığında formun farklı yönelimlere açık olduğu ve bu durumda da değişken bir form anlayışının göstergesidir.
- Büyüme-Hareket: Form üzerinde hareket sensörleri ile canlı özellikleri kazanan tasarımın yaratmış olduğu etki formun tasarım sürecini etkilemektedir.
- İşlevsellik: Fiber malzemeler ile duyarlılığı artırılan tasarıma işlevsellik katılarak formun hem biçimsel hem de işlevsel esinlemeyle gelişmesi durumudur.

Tablo 23. Sven analiz tablosu

No: 3.1		SVEN														
Tasarımcı Alessio Erioli, Tommaso Casucci																
Yer:																
Yıl:																
İşlev: Tasarım																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Sarkıt		Organizma Düzeyi	Topografik Özellikler						
									Bıçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
									İşlevsel Yaklaşım	İşlevsellik						
									Davranış Düzeyi	Tepki						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Kendi Kendini Organize Eden Sistemler		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
									Süreklilik	●						
									İletişim Ağı							
									Dinamizm	●						
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar							
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür							
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●						●	●	●					●			

Proje Adı: Sven

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından sarkıt topolojisinin yapısal dokusu irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Sarkıtların biçimsel dokusundan esinlenilerek formun oluşturulması biçimsel yaklaşım kapsamındadır.
- İşlevsel Yaklaşım: Yapının oluşmasında kurgulanan işlevsel çözüm formu etkilemektedir.
- Davranış Düzeyi: Sarkıt oluşumundaki fiziksel çevrenin etkileri ile değişim yaşanmaktadır.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Süreklilik: Dijital tasarım araçları ile formun değişim varyasyonları oluşturularak fiziksel çevreye uygun tasarım yapma imkanı sağlar.
- Dinamizm: Sarkıtların biçimsel tavrı, bulunduğu çevrede baskınlık kurar. Dijital tasarım araçlarının form üzerinde değişim sağlayarak biçimsel vurgu arttırılmıştır.

-Kavramlar Kararlar:

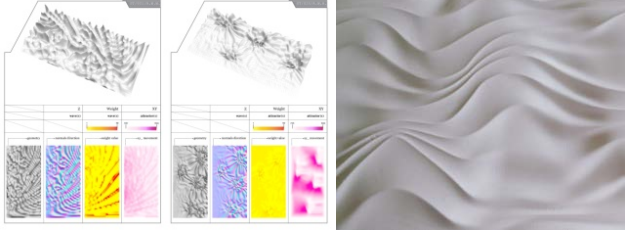

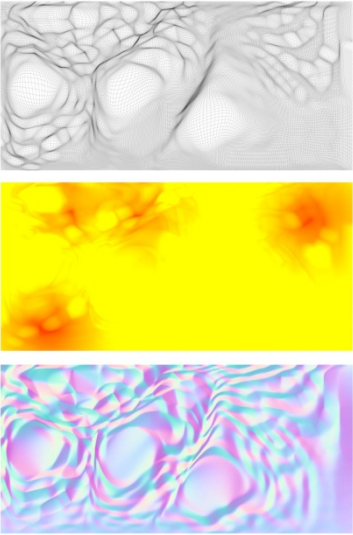
- Simgesellik: Formun sarkıt tipolojisindeki dokusal farklılıkla oluşması fiziksel çevrede algılanabilirliğini arttırması durumudur.
- Hiyerarşi: Formun biçimsel kurgusunun bütüncül tavrı, diğer bileşenler üzerinde kurduğu üstünlük olarak ele alınmaktadır.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Sarkıt biçiminin oluşumundan kaynaklı yumuşak dokulaşma, forma akışkanlık hissi katmaktadır.
- Geçirgenlik: Dokusal oluşumların birbiri ile ilişkileriyle oluşan boşlukların yaratmış olduğu geçirgenlik, tasarıma karakter katmaktadır.
- Karmaşıklık: Yapısal strüktür ile sarkıt dokusunun benzeşmesi her bir parçasının kendi içinde oluşturduğu düzen etrafında gelişerek farklılaşmaktadır. Karmaşık bir dokuya sahip olan sarkıtların çözümlenmesi ise dijital araçlar yardımıyla gerçekleştirilir.



Tablo 24. Surfasetension analiz tablosu

No: 3.2		<b>SURFACETENSION</b>														
Tasarımcı Dimitris Gourdoukis																
Yer: USA																
Yıl: 2013																
İşlev: Tasarım																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Topografiya	Organizma Düzeyi		Topografik Özellikler						
								Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim						
								İşlevsel Yaklaşım		Biçim						
								Davranış Düzeyi		Hareket						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Animasyon Tekniği. Tasarım	Doğrusal Olmayan		●						
								Bağlar Arası								
								Süreklilik								
								İletişim Ağı								
								Dinamizm								
								Şema-Diyagram		●						
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
								Hiyerarşik Olmayan Strüktür		●						
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
				●	●		●		●							

## Proje Adı: Surfacetension

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından toprak topolojisinin yapısal dokusu irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Rüzgar, yağmur gibi dış etkilerle şekillene topografyanın mevcut durumu üzerinde oluşturduğu doku baz alınır.
- İşlevsel Yaklaşım: Topografik esinlenmenin biçimsel olması işlevsel yaklaşım kararları kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Topografik malzemelerin dış etkilerle oluşturdukları dalgalı dokulaşma, sürekli bir değişim etkisiyle oluşmaktadır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Topografik dokuların dijital araçlarla incelenerek değişim süreci içerisinde doğrusal olan herhangi bir dokuya ulaşmak biyolojik özellikleri sebebiyle imkansızdır.
- Şema-Diyagram: Dijital tasarım araçlarıyla, biçimsel esinlenmenin hangi etkiler altında aşamalandırılması anlatım diline kolaylık sağlamaktadır.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Topografik dokularda birbirine biçimsel veya boyutsal üstünlük sağlayan herhangi bir düzen oluşmaz.




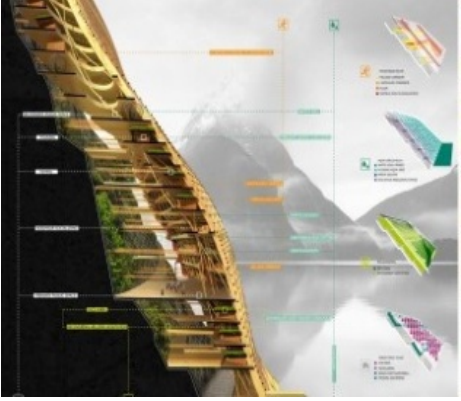

### -Kavramlar Kararlar:

- Düzen: Dokusal bir düzene sahip olan topografik formların algılanabilmesi durumudur.
- Devamlılık: Form üzerinde dokuların sürekliliği dış etkilere yönelik değişimlerden kaynaklanmaktadır. Her bir değişim farklı ve özgün bir dokuya dönüşmektedir.

### -Form Kararları:

- Akışkanlık: Doğrusal olmayan ancak organik bir devamlılık sağlayan çizgilerin form üzerinde yumuşaklık ve akıcılık hissi yaratmaktadır.
- Yönelim: Dış etkilerin geliş açıları ve yoğunluklara göre dokuların ve çizgilerin değiştiği, etki eden etmenlerin yaratmış olduğu izlerin oluşturmuş olduğu fiziksel yönelimler, çevreyle dokunun karşılıklı ilişkilerinin sonucudur.

Tablo 25. Mountain Band-Aid analiz tablosu

No: 3.3		<i>MOUNTAIN BAND-AID</i>														
Tasarımcı Yiting Shen, Nanjue Wang, Ji Xia, Zihan Wang																
Yer: Çin																
Yıl: 2012																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS						BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI										
						Dağ		Organizma Düzeyi	Topografik Özellikler							
								Biçimsel Yaklaşım	Yüzeysel Biçim							
								İşlevsel Yaklaşım	İşlevsellik							
								Davranış Düzeyi	Hareket							
DİJİTAL REFERANS						DİJİTAL TASARIM KARARLARI										
						Parametrik Tasarım		Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası	●							
								Süreklilik								
								İletişim Ağı								
								Dinamizm								
								Şema-Diyagram								
								Örüntü	●							
								Hiper-Bağlar								
								Hiyerarşik Olmayan Strüktür	●							
KAVRAMSAL KARARLAR						FORM KARARLARI										
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
	●		●									●		●		

Proje Adı: Mountain Band-Aid

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından dağ topolojisinin biçimsel dokusu irdelenerek değerlendirilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Dağ yapısının çizgisel yapısının tasarımda yüzey dokusu olarak oluşturulması biçimsel yaklaşım kapsamındadır.
- İşlevsel Yaklaşım: Biçimsel kurguya uygun yeni eklemeler yapılarak yaratılan boşluğa işlevsel çözümler üretilerek doğal kaynakların kullanımını arttırmak hedeflenmektedir.
- Davranış Düzeyi: Dağ morfolojisinin farklı yükselti ve eğimlerle olması, tasarımda da bu farklılıklar kullanılarak forma davranış kazandırmaktadır.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Dijital tasarım araçlarının desteği ile dağ tipolojinin ölçü ve oranlarına yönelik çalışmaların yapılması ve eklenecek olan ekin tipolojisiyle kurduğu ilişkiyi ele almaktadır.
- Örüntü: Var olan dağ yapısına eklenecek uyumlu bir form eklenmesi dijital hesaplamalar sayesinde gerçekleşir.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Dağ tipolojisine uygun strüktürel kurgunun uyumlu ölçü ve oranlarla oluşturulmasıdır.




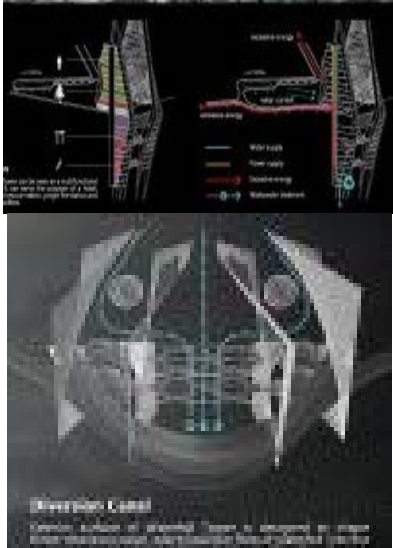

-Kavramlar Kararlar:

- Anıtsallık: Tasarımın yapılma amacının yeni eklenecek olan dokularla kurduğu anlamsal ilişkidir.
- Denge: Dağ biçimi ile yeni formun birleşimi sonucu tasarım çevreyle kurduğu uyumdur.
- Devamlılık: Tasarlanan dağ strüktürünün zamanla eklenebilir ve gelişebilir biçimde kurgulanması biçimin devamlılığını ifade etmektedir.

-Form Kararları:

- Strüktür: Esinlenen dağ çizgilerinin bir araya getirilerek oluşturdukları kurgudur.
- İşlevsellik: Formu oluşturan en önemli parametre işlevdir.

Tablo 26. Waterfall Skyscraper analiz tablosu

No: 3.4		<b>WATERFALL SKYSCRAPER</b>														
Tasarımcı Chen Cao																
Yer: Çin																
Yıl: 2017																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Şelale		Organizma Düzeyi	Topografik Özellikler						
									Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
									İşlevsel Yaklaşım	İşlevsellik						
									Davranış Düzeyi	Hareket						
TÜR																
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
									Sürekli							
									İletişim Ağı							
									Dinamizm	●						
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar	●						
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür							
YÖNTEM																
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●						●	●				●			●		

## Proje Adı: Waterfall Skyscraper

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasında şelalenin akışkan dinamiklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Şelale yapısının biçimsel analiziyle beraber tasarlanacak formun bu analizler ışığında geliştirilmesi biçimsel yaklaşım dahilindedir.
- İşlevsel Yaklaşım: Şelalenin sahip olduğu dinamiklerin forma dahil edilip işlevlendirilmesi durumudur.
- Davranış Düzeyi: Suyun akış hızıyla beraber ortaya çıkan enerjinin kullanılmasına yönelik hareket mekanizmasının oluşturulmasıdır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Şelale yapısının performansa dayalı tasarım yöntemi ile geliştirilmesi ve var olan akış dinamiğinin forma yansması durumudur.
- Hiper-Bağlar: Formun dijital araçlar yardımıyla enerji akışının sağlandığı hareket mekanizmasının eklenmesiyle canlı özelliklerinin kazanılmasıdır.

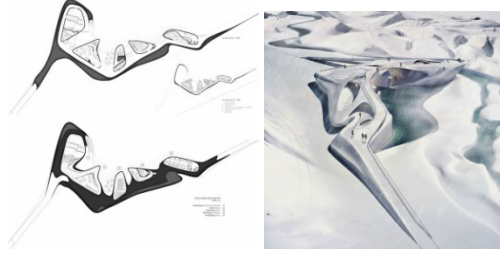


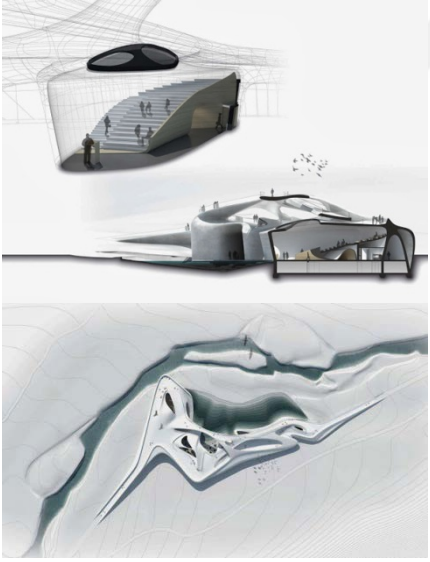

### -Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Hem biçimsel hem de dinamik özelliklerin oluşturulması sonucu formun kazandığı anlamdır.
- Hiyerarşi: Şelale yapısının baskın kurgusunun form üzerindeki fiziksel yansması ile oluşan tavidir.

### -Form Kararları:

- Akışkanlık: Formun düşey çizgilerinin suyun akış yönü seçilerek kurgulanması sonucu oluşan görsel algıdır.
- Büyüme-Hareket: Şelale dinamiklerinin tasarıma yansıtılarak formun enerjiyi kullanabilecek hareket mekanizması kurgulanarak zamanla bağlı değişim ve gelişim göstermesidir.
- İşlevsellik: Doğaya uyumlu ve enerji döngüsünü yapabilecek düzeyde işlevlerin eklenmesi doğayı sadece biçimsel açıdan değil aynı zamanda ilke ve döngüleri öğrenerek uyarlanabilmesi önemlidir.

Tablo 27. Glaciology Merkezi analiz tablosu

No: 3.5		<b>GLACIOLOGY MERKEZİ</b>														
Tasarımcı Matthias Sütterlin																
Yer:																
Yıl: 2013																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Buzul		Organizma Düzeyi	Topografik Özellikler						
									Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim						
									İşlevsel Yaklaşım	İşlevsellik						
									Davranış Düzeyi	Değişim						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Parametrik Tasarım		Doğrusal Olmayan	●						
									Bağlar Arası							
									Süreklilik							
									İletişim Ağı							
									Dinamizm	●						
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar							
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür							
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amitsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
			●			●	●		●						●	

Proje Adı: Glaciology Merkezi

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından buzulların değişim dinamiklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Buzul biçiminin çizgisel hatlarının oluşturduğu dokudan yararlanılarak yeni form arayışı içerisinde tasarım süreci gerçekleştirilecektir.
- İşlevsel Yaklaşım: Tasarım kararları, biçimsel esinlenmenin kullanılmasının yanında işlevsel özelliklerin katılması işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Fiziksel etkilerden değişim yaşayan buzul parçalarının bu değişim sürecinin forma kazandırılmasıdır.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Buzul biçiminde hareketli ve dinamik çizgiler mevcuttur. Doğrusal olmayan keskin katların birleşimi ile bağdaştırılabilir.
- Dinamizm: Net ve katlanmış formların bir araya gelmesi dinamik bir dokuyu aynı zamanda buzulların kırılması biçimsel karakterlerin olmasına etki etmektedir.

-Kavramlar Kararları:



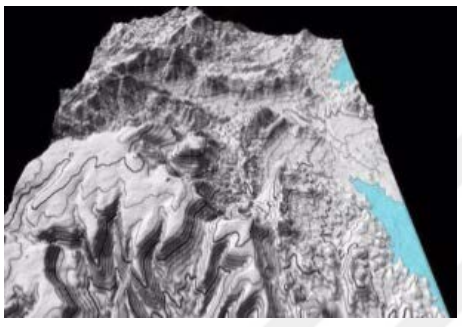
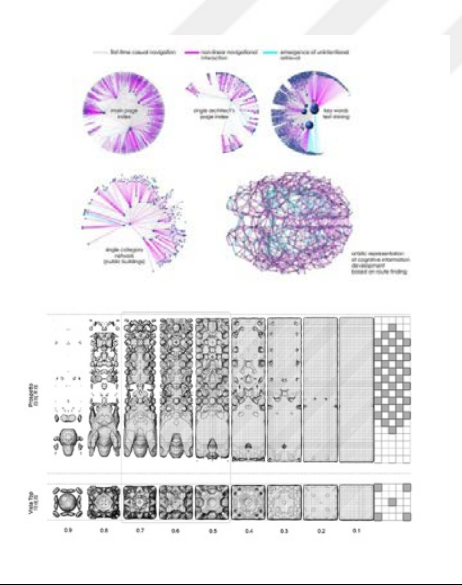
- Denge: Doğanın dengesi içerisinde yapısal formların bozulması ve yeni arayışlar içerisinde formu tasarlamak adına algılanabilirliği arttırmaktadır.
- Hiyerarşi: Net çizgilerin oluşturmuş olduğu dinamik kurgunun diğer organizmalar arasında yaratmış olduğu baskınlık hissidir.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Tasarımda buzulların net çizgileri daha akışkan olan suyun izlediği yollar üzerinden geliştirilerek ilerlenilmiştir.
- Yönelim: Suyun akış yönüne doğru bir yönelim oluşturulması, formun oluşmasına etki ederek buzun değişim sürecini form üzerinde görülmektedir.
- Dokusallık: Buzul biçiminin akışkan çizgilerle geliştirilmesi, buzul parçalarının birbiri ile oluşturmuş olduğu ilişkiyi güçlendirmektedir. Bir araya gelen parçaların dinamik, akıcı bir dili olduğu görülmektedir. Her bir parça doğanın sunduğu değişimi farklı şartlarda yaşayarak karakteristik doku özelliği kazanmaktadır.



Tablo 28. Oxymoron Skyscraper analiz tablosu

No: 3.6		OXYMORON SKYSCRAPER														
Tasarımcı Luca Pedrielli																
Yer: Çin																
Yıl: 2016																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS					BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI											
					Topografya		Organizma Düzeyi		Topografik Özellikler							
							Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim							
					TÜR		İşlevsel Yaklaşım		Biçimsel							
							Davranış Düzeyi		Tepki							
DİJİTAL REFERANS					DİJİTAL TASARIM KARARLARI											
					Animasyon Tekniği Tasarım		Doğrusal Olmayan									
							Bağlar Arası									
					YÖNTEM		Süreklilik									
							İletişim Ağı									
							Dinamizm		●							
							Şema-Diyagram		●							
							Örüntü									
							Hiper-Bağlar									
							Hiyerarşik Olmayan Strüktür									
KAVRAMSAL KARARLAR					FORM KARARLARI											
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
	●					●	●						●		●	

Proje Adı: Oxymoron Skyscraper

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından topografyanın değişim dinamiklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Topografik alanların yıkımı ile bozulan dengenin matematiksel hesaplarla yeniden oluşturulmasıdır.
- İşlevsel Yaklaşım: Tahrip edilen doğanın diğer organizmalardan ayrılması adına biçimsel farklılığa gidilmiştir.
- Davranış Düzeyi: Topografyanın bozulmasına biçimsel bir farkındalık yaratılarak tepkisel bir anlatım söz konusudur.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Dijital tasarım araçları yardımıyla dinamik, karamsar ve karakteristik bir biçim elde edilmek istenmiştir.
- Şema-Diyagram: Dijital anlatım; şema ve grafikler yardımıyla sürecin tanımlanmasıyla gerçekleştirilmektedir.




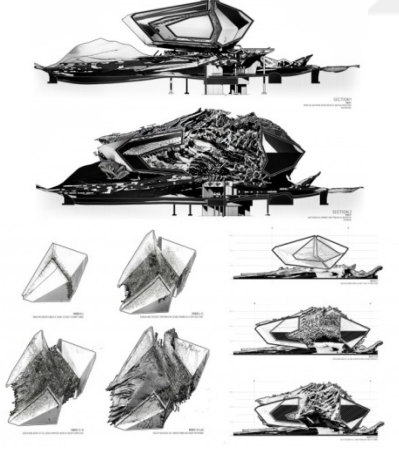

-Kavramlar Kararlar:

- Anıtsallık: Form, topografik sürecin zamana bağlı anlatım dili olarak kullanılarak var olan sorunların algılanabilirlik kazanması için oluşturulmuştur.
- Hiyerarşi: Karamsar ve olumsuz gelişimlerin etkisiyle biçimsel baskının fazla hissedildiği form tasarım süreci gerçekleştirilmektedir.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Formu oluşturan çizgiler belirli bir akış yönüyle oluşturulmuştur. Bu durum farklı parçaların yaratmış olduğu etkiyi ayıracaktır.
- Karmaşıklık: Karamsar bir yaklaşım sonucu karmaşık ve kaos olan bir sistem içerisinde algılanması zor biçimlerin kullanılması topografik sürecin algılanması adına yararlı olacaktır.
- Dokusallık: Çizgilerin oluşturmuş olduğu parçalar, her biri farklı bir süreci tanımlamaktadır. Tasarımın gelişim süreci içerisinde dokusallık devam edebilecek olan bir mekanizmayla devam edecektir.

Tablo 29. Memorials of Waste analiz tablosu

No: 3.7		<b>MEMORIALS OF WASTE</b>														
Tasarımcı Daniel Caven																
Yer: USA																
Yıl: 2014																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS						BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI										
						Lav		Organizma Düzeyi	Topografik Özellikler							
								Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim							
İşlevsel Yaklaşım	Biçimsel															
TÜR	Davranış Düzeyi					Tepki										
DİJİTAL REFERANS						DİJİTAL TASARIM KARARLARI										
						Animasyon Tekniği Tasarım		Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası								
Süreklilik																
İletişim Ağı																
Dinamizm						●										
Şema-Diyagram																
Örüntü																
Hiper-Bağlar						●										
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																
KAVRAMSAL KARARLAR						FORM KARARLARI										
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
	●					●	●				●				●	

Proje Adı: Memorials of Waste

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasında tektonik hareketlerin değişiminden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Tektonik hareketler sonucu oluşan lavların akışkanlığı ve karmaşık yapısı incelenmiştir.
- İşlevsel Yaklaşım: Doğanın tahribine tepki veren tasarım fikrinin forma yansımaları da karamsar ve net anlatılması için biçimsel kullanım söz konusudur.
- Davranış Düzeyi: Doğal kaynakların azalması ve dengenin bozulmasına tepki veren, değişen bir düzen oluşturmak istenmektedir.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Karmaşık düzenin anlaşılabilirliği adına dijital tasarım araçlarının kullanımıyla tepki veren tasarım kararları oluşturulmuştur.
- Örüntü: Lavların yaratmış olduğu yarıklar gibi form üzerinde oluşan boşlukların akışkan bir dokuyla birbirine bağlanması, kaplanmasıdır.

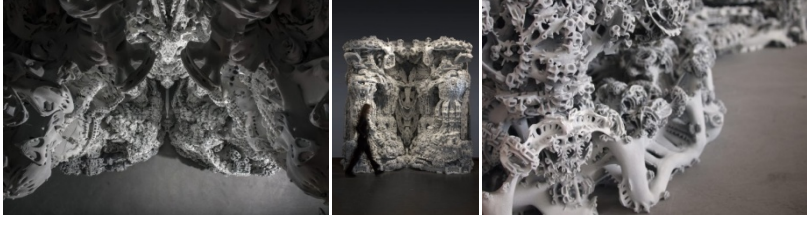


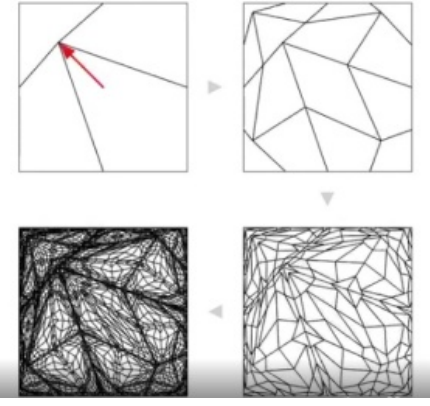

-Kavramlar Kararları:

- Anıtsallık: Yaşanmış birçok doğal tahribin getirdiği sonuçları çizgisel ve dokusal olarak ifade edilmesidir.
- Hiyerarşi: Akışkan dinamiklerin analiz edilmesiyle forma yansıtılmasıyla oluşan baskıcı ve egemen bir form anlayışıdır.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Tektonik hareketler sonucunda akışkan özelliği olan lavların akması durumunu anlatan birbiri ile güçlü bağlar kuran form yaklaşımıdır.
- Büyüme-Hareket: Akan bir nesnenin yaratmış olduğu iz ile tepki veren bir düşünce yapısının birleşmesiyle geliştirilen biçim, doğanın yıkımını anlatmaktadır.
- Dokusallık: Akıcı, yıkıcı ve yakıcı özelliklerini barındıran aynı zamanda yaşanan olumsuz durumlara tepki verebilen dinamik bir biçimin oluşması için erime hissini uyandıran dokusal bir karakter geliştirilmiştir. Bu durum tasarımda özgünlük, dokusallık gibi hisleri uyandırır.

Tablo 30. Digital Grottesque II analiz tablosu

No: 3.8		<i>DIGITAL GROTESQUE II</i>														
Tasarımcı Hansmeyer- Dillenburger																
Yer: Zürih																
Yıl: 2017																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS					BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI											
					Mağara		Organizma Düzeyi	Topografik Özellikler								
							Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim								
İşlevsel Yaklaşım	Biçimsel															
Davranış Düzeyi	Tepki															
DİJİTAL REFERANS					DİJİTAL TASARIM KARARLARI											
					Parametrik Tasarım		Doğrusal Olmayan									
							Bağlar Arası									
							Süreklilik	●								
							İletişim Ağı									
							Dinamizm	●								
							Şema-Diyagram									
							Örüntü									
							Hiper-Bağlar									
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																
KAVRAMSAL KARARLAR					FORM KARARLARI											
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●		●		●					●		●			

## Proje Adı: Digital Grotesque II

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından mağara dokusunun zamanla değişiminden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Mağara yapılarının iç dokusunun farklılaşması ve sürekli bir değişim içerisinde olması biçimsel olarak tasarım kararını etkilemektedir.
- İşlevsel Yaklaşım: Biçimsel gelişim süreci ve varyasyonlarının oluşturulması tasarım kararlarındaki ana hedeftir.
- Davranış Düzeyi: Formun oluşum süreci içerisinde farklı hisler uyandıracak çizgi ve doku kullanımı formun çevreyle ilişkisini yansıtmaktadır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Süreklilik: Mağara içleri doğal oluşumlarla kaplıdır ve bu oluşumlar sürekli değişim içerisinde. Form anlayışında da dijital araçların yardımıyla bir çok varyasyon sayesinde dokusak bir araya gelişlerde farklılaşan bir form anlayışına hakim olunacaktır.
- Dinamizm: Doğal oluşumların yarattığı his, sayısal teknolojilerin yardımıyla form kurgusuna yansıtılmalıdır.





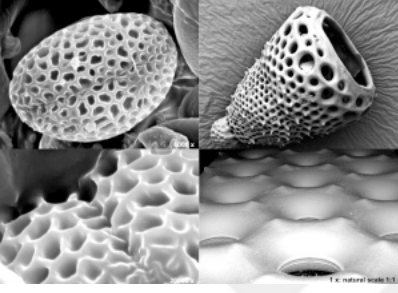

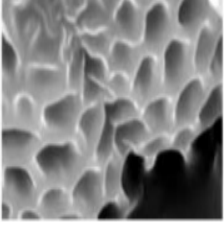


### -Kavramlar Kararlar:

- Birlik: Doğal oluşumların birbirinden farklı olması ancak bir arada bulduklarında aralarındaki ilişkinin yarattığı bütünlük durumudur.
- Düzen: Farklı boyutların, farklı formların ve bunların bir araya gelme durumlarının oluşturmuş olduğu uyumdur.
- Hiyerarşi: Baskın çizgilerin kullanılması ve etkilendikleri dokuların varyasyonlarının yaratmış olduğu etki, formun algılanmasına katkı sağlamaktadır.

### -Form Kararları:

- Büyüme-Hareket: Değişimin yaratmış olduğu hareket özelliklerinin form üzerindeki çeşitli varyasyonlarının oluşturulmasıdır.
- Karmaşıklık: Dijital sistemler sayesinde çözülmesi güç biçimlerin analiz edilmesiyle formun anlaşılabilirliği artmıştır.

Tablo 31. Biodigital Barcelona Pavilion-I analiz tablosu

No: 4.1		<b>BIODİJİTAL BARCELONA PAVİLİON-1</b>														
Tasarımcı Alberto T.Estevez		   				Polen		Organizma Düzeyi		Genetik Özellikler						
Yer: Barselona								Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim						
Yıl:								İşlevsel Yaklaşım		Biçimsel						
İşlev: Mimari								Davranış Düzeyi		Tepkisel						
BİYOLOJİK REFERANS						BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI										
DİJİTAL REFERANS						DİJİTAL TASARIM KARARLARI										
 		Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan		●										
				Bağlar Arası												
				Süreklilik												
				İletişim Ağı												
				Dinamizm												
				Şema-Diyagram												
				Örüntü												
				Hiper-Bağlar												
YÖNTEM		Hiyerarşik Olmayan Strüktür		●												
		KAVRAMSAL KARARLAR						FORM KARARLARI								
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●			●	●				●				●			●	

## Proje Adı: Biodigital Barcelona Pavilion-I

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasında polenin mikroskobik dokusundan esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Polenin hem dokusal hem de biçimsel olarak tasarıma yansımaları durumudur.
- İşlevsel Yaklaşım: İncelenen polen dokusunun bütüncül olarak forma yansımalarıdır.
- Davranış Düzeyi: Çevresel verilere göre uygulamış olduğu tepkisel yaklaşımdır. Tepkisel davranışı, organizmanın dokusal yüzeyinden anlaşılmaktadır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Dijital sistemler yardımıyla incelenen genetik dokunun biçimsel strüktürü doğrusal olmayan bütün bir hacmin şekillendirilmesidir.
- Hiyerarşik Olmayan Strüktürler: Formda kullanılan dokunun boyutları birbiri ile yakın ölçülerdedir.

### -Kavramlar Kararları:


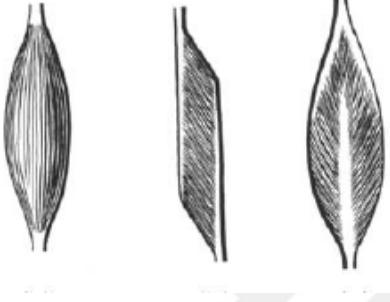

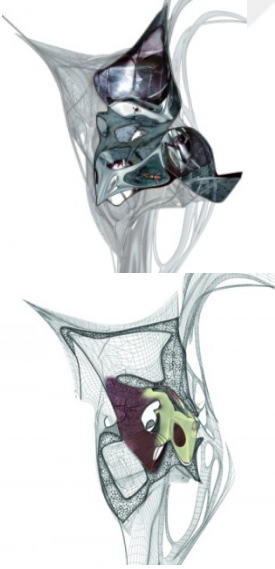

- Simgesellik: Polen dokusunun hem biçimsel hem de strüktürel olarak var olan mikroskobik incelemelerle formun kurmuş olduğu ilişkidir.
- Denge: Organizmanın strüktürel dokusunun oluşturmuş olduğu formun dokusal boşluğuyla bulunduğu çevrede algılanabilmesi durumudur.
- Düzen: Boşluklu dokunun kendi içindeki organize halinin belirli bir kural dahilinde dizilmiş olması düzenli dokusal geometri ortaya çıkmaktadır.

### -Form Kararları:

- Geçirgenlik: Polen dokusunun mevcut boşluklarının dijital sistemlerle daha işlev değerlendirmeleri sonucunda geçirgenlik hissinin form üzerinde etkisidir.
- Strüktür: Geçirgen dokuların oluşturmuş olduğu strüktür, formu oluşturan ana elemandır.
- Dokusallık: Polen dokusunun yüzey hareketleri incelenerek boşlukların oluşturulmuş olması yumuşak bir doku oluşumuna neden olmuştur. Dokusal yüzey, tasarımın fiziksel çevrede tepki davranışının algılanabilindiği kısımdır.



Tablo 32. Future House analiz tablosu

No: 4.2		<i>FUTURE HOUSE</i>														
Tasarımcı Kuangyi Tao																
Yer: Teksas																
Yıl: 2011																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
			Kas Dokusu		Organizma Düzeyi	Genetik Özellikler										
					Bıçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim										
					İşlevsel Yaklaşım	Malzeme										
					Davranış Düzeyi	Değişim										
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
			Performansa Dayalı Tasarım		Doğrusal Olmayan											
					Bağlar Arası											
					Süreklilik											
					İletişim Ağı											
					Dinamizm											
					Şema-Diyagram											
					Örüntü											
					Hiper-Bağlar	●										
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
●					●		●	●		●	●				●	

Proje Adı: Future House

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından kas dokusunun mikroskobik incelemeleri sonucunda biçimsel ve yapısal özelliklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Kas dokusundan biçimsel esinlenmeyle oluşturulan form; biyolojik tasarım kararları dahildedir.
- İşlevsel Yaklaşım: Kas dokusunun geçirgen yapısının fiziksel etkilere karşı cevap verebilen, reaksiyona girebilen bir malzeme özelliği geliştirilmiştir.
- Davranış Düzeyi: Organizmanın etkilere bağlı olarak değişim yapabilen mekanizmaya sahip olması, forma da değişim yapabilme yetisi kazandırmıştır

-Dijital Tasarım Kararları:

- Hiper-Bağlar: Organizmanın fiziksel çevrede davranış düzeyi kazanması durumudur.

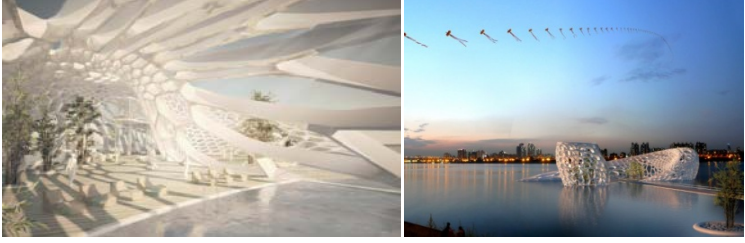
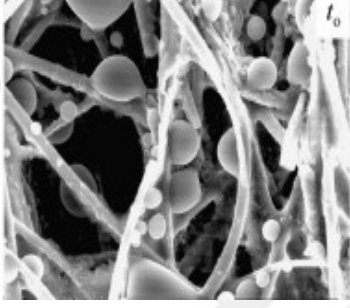

-Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Kas dokusunun hem biçimsel hem de işlevsel olarak form üzerinde algılanabilir olmasıdır.
- Devamlılık: Değişen ve dönüşen organizmanın, biçimsel olarak varyasyonları oluşturulmasıyla farklı ortamlara adapte olabilmesidir.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Organizmanın dokusunun biçimsel yapısı akışkanlık hissi uyandırmaktadır.
- Geçirgenlik: Geliştirilen saydam malzemeyle tasarlanan form, bilgi akışı ve oksijen geçişini sağlayan canlı bir düzene sahiptir.
- Malzeme: Vücut hücrelerinin opak yapısı, çevreye duyarlı tepki verebilen ve değişebilen bir malzeme oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.
- Büyüme-Hareket: Kas dokusunun değişebilir, büzüşebilir ve genişleyebilir yapısının sağlamış olduğu hareket esnekliktir.
- Dokusallık: Kas dokusunun hem biçimsel hem de yapısal özellikleri kullanılarak oluşturulan form; biyolojik referansların algılanabilir şekilde düzenlenmiştir.

Tablo 33. Dancing Water Pavilion analiz tablosu

No: 4.3		<b>DANCING WATER PAVILION</b>															
Tasarımcı <b>SUS&amp;HI office</b>																	
Yer: Korea																	
Yıl: 2011																	
İşlev: Mimari																	
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI										
							Su		TÜR		Organizma Düzeyi		Genetik Özellikler				
											Biçimsel Yaklaşım		Yüzeysel Biçim				
											İşlevsel Yaklaşım		İşlevsel				
											Davranış Düzeyi		Tepki				
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI										
							Parametrik Tasarım		YÖNTEM		Doğrusal Olmayan						
											Bağlar Arası		●				
											Süreklilik						
											İletişim Ağı						
											Dinamizm						
											Şema-Diyagram		●				
											Örüntü						
											Hiper-Bağlar						
Hiyerarşik Olmayan Strüktür																	
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI										
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma	
		●	●				●	●					●		●		

## Proje Adı: Dancing Water Pavilion

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından suyun mikroskobik incelemeleri sonucunda biçimsel ve yapısal özelliklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Suyun mikroskobik incelemeleri sonucunda dokusal yapısının forma yüzeysel olarak eklenmesi sonucu biçimsel yaklaşım kapsamındadır.
- İşlevsel Yaklaşım: Suyun dinamikleri dahilinde forma işlev yüklenmesidir.
- Davranış Düzeyi: Suyun hareketinin form üzerindeki etkisinin yaratmış olduğu tepkidir.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Rüzgar ve su etkisinin her değişimi parametrik tasarım yöntemiyle form üzerindeki varyasyonlar oluşturularak değişim yaşamaları durumudur.
- Şema-Diyagram: Karmaşık formların algılanabilmesi için dijital tasarım araçlarla formun gelişim sürecinin grafiklerle anlatılmasıdır.



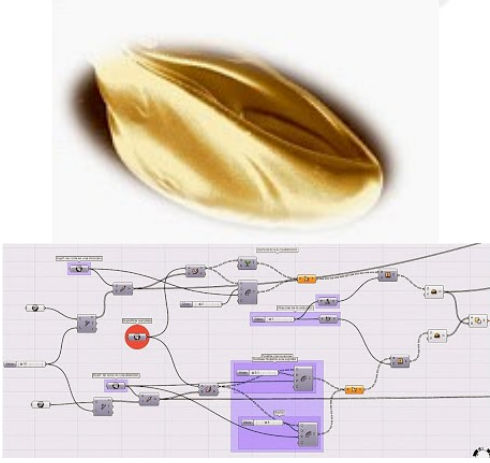
### -Kavramlar Kararları:

- Birlik: Dış etkilere göre formun bütüncül olarak değişime uğraması durumudur.
- Denge: Formun algılanmasında tasarımın çevreye verdiği tepkiler ile formun bu tepkilere göre değişiminin birbirleri ile kurduğu ilişkinin uyumudur.

### -Form Kararları:

- Akışkanlık: Suyun dalgalanması, rüzgar gibi faktörlere karşı dinamik bir yapı oluşturmak adına akışkan bir form oluşturulmuştur.
- Geçirgenlik: Suyun mikroskobik dokusunun oluşturmuş olduğu boşlukların sağladığı geçirgenlik hissi aynı zamanda fiziksel eylemlere de cevap verebilir düzendedir.
- Karmaşıklık: Suyun dokusunun karmaşık yapısının çözülerek kendi içinde oluşturmuş olduğu düzendir.
- Dokusallık: Organizmanın mikroskobik strüktürünün karmaşıklığı çözülerek, farklı verilere tepki verebilecek şekilde alternatif boyutlarla oluşturulan boşlukların bir araya gelerek kurmuş olduğu ilişkidir.

Tablo 34. Biodigital Chair analiz tablosu

No: 4.4		<b>BIODIGITAL CHAIR</b>														
Tasarımcı Estévez - Navarro																
Yer: İspanya																
Yıl: 2010																
İşlev: Tasarım																
BİYOLOJİK REFERANS						BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI										
						Öğlena	Organizma Düzeyi	Genetik Özellikler								
							Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim								
						TÜR	İşlevsel Yaklaşım	Biçimsel								
							Davranış Düzeyi	Değişim								
DİJİTAL REFERANS						DİJİTAL TASARIM KARARLARI										
						Parametrik Tasarım	Doğrusal Olmayan	●								
							Bağlar Arası									
						YÖNTEM	Süreklilik									
							İletişim Ağı									
							Dinamizm	●								
							Şema-Diyagram									
							Örüntü									
							Hiper-Bağlar									
							Hiyerarşik Olmayan Strüktür									
KAVRAMSAL KARARLAR						FORM KARARLARI										
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevselik	Dokusallık	Parçalanma
●			●				●					●	●			

Proje Adı: Biodigital Chair

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından öglena organizmasının biçimsel ve biyolojik özelliklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Organizmanın tek bir hacimden oluşmasının varyasyonları oluşturularak geliştirilmiştir.
- İşlevsel Yaklaşım: Biçimsel işlev bu tasarımda ana kararlardan biridir. Biçimsel olarak farklılaşmayla dış etkilere cevap vermektedir.
- Davranış Düzeyi: Tek bir yapıya sahip olması, formel bir değişim süreci yaşayarak tasarım dili oluşturur.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Tasarımın karmaşık dokusu, dijital tasarım araçları sayesinde parametrelere göre etkilenme derecesi belirlenerek yine karmaşık ama sistemli bir çözüm üretilmiştir.
- Dinamizm: Formun kendi içindeki değişken yapısı akıcı ve dikkat çekici özellik barındırarak fiziksel çevrede dinamik bir etki yaratır.

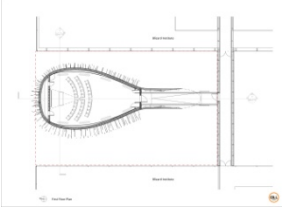





-Kavramlar Kararlar:

- Simgesellik: Hem kendi kendine organize olma durumu hem de biçimsel yaklaşımın odak noktası olması, organizmanın form üzerinde algılanabilirliğini arttırmaktadır.
- Denge: Formun farklı ölçülerde bir bütünlük sağlaması durumunun oluşturduğu düzendir.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Tek bir hacmin farklı verilere göre değişen ve gelişen bir formun oluşması durumudur.
- Strüktür: Formun oluşum sürecinde farklı ölçülerde yapısal değişimler yapılması, tasarımın strüktürünü belirlemektedir.
- Karmaşıklık: Organizmaların karmaşık düzeni, forma farklı anlamlar yüklenbilmesine imkan tanımaktadır.

Tablo 35. Neuron Pod analiz tablosu

No: 4.5		NEURON POD														
Tasarımcı Will Alsop		 														
Yer: İngiltere																
Yıl: 2019																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Nöron		Organizma Düzeyi	Genetik Özellikler						
									Bıçimsel Yaklaşım	Yüzeysel Bıçım						
									İşlevsel Yaklaşım	İşlevsel						
									Davranış Düzeyi	İletişim						
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Parametrik Tasarım		Doğrusal Olmayan							
									Bağlar Arası							
									Süreklilik							
									İletişim Ağı	●						
									Dinamizm	●						
									Şema-Diyagram							
									Örüntü							
									Hiper-Bağlar							
									Hiyerarşik Olmayan Strüktür							
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Antısalık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●		●					●				●	●		

## Proje Adı: Neuron Pod

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından nöronların iletişim ağının mikroskobik incelemesinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: İletişim ağının somutlaştırılmasıyla oluşturulan tasarımın belirli yüzeylerinde uygulanmıştır.
- İşlevsel Yaklaşım: Tasarımın iletişim kurma özelliği ile mekansal çözümle ilişkilendirilip algılanmasını sağlayacak fiziksel çözümdür.
- Davranış Düzeyi: Nöronların özelliği olan iletişim kurma veya iletim özelliğinin tasarıma uygulanarak canlılık özelliği katmasıdır.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- İletişim Ağı: İletişimi renk değişimleriyle sağlayan formun, çevre ile kendi içindeki dönüşümü fiziksel çevrenin etkisiyle gerçekleşmektedir.
- Dinamizm: Renk değişimi gibi somut tepkilerin forma kattığı anlamdır. Parametrik yöntemle bu tepkilerin bir çok varyasyonu oluşturulmuştur.

### -Kavramlar Kararları:


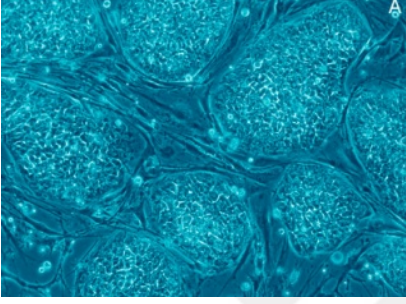

- Birlik: Renk değiştirerek iletişim kuran nöronların sahip olduğu sistemin bir araya gelerek formu oluşturmasıdır.
- Düzen: Nöron parçacıklarının bir araya gelme durumundaki fiziksel ilişkinin sağladığı biçimsel uyumdur.

### -Form Kararları:

- Yönelim: Organizmaların birbirleri ile iletişimi sonucu dış uyarılara karşı gösterdikleri harekettir. Formun tanımlanması bu yönelim sayesinde.
- Karmaşıklık: Nöronların iletişim ağının oluşturmuş olduğu karmaşık düzenin formla kurduğu bağıdır.
- İşlevsellik: Renk değiştirerek iletişim kuran form içinde işlevsel bir çözüm üretilerek tepki verme sürecinin yeniden tanımlanmasına neden olmuştur. Bu sayede form, bu iletişim ağıyla çevre ve insanla fiziksel bir bağ kurmasına destek olur.



Tablo 36. New Gateway Structure analiz tablosu

No: 4.6		NEW GATEWAY STRUCTURE														
Tasarımcı Minimaforms																
Yer:																
Yıl: 2011																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Hücre	Organizma Düzeyi	Genetik Özellikler							
								Bıçimsel Yaklaşım	Yüzeysel Biçim							
								İşlevsel Yaklaşım	Strüktür							
							TÜR	Davranış Düzeyi	Değişim							
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Parametrik Tasarım	Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası								
								Süreklilik								
								İletişim Ağı								
								Dinamizm	●							
								Şema-Diyagram								
								Örüntü	●							
								Hiper-Bağlar								
							YÖNTEM	Hiyerarşik Olmayan Strüktür								
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
		●				●	●					●	●		●	

Proje Adı: New Gateway Structure

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından hücre yapısının biçimsel ve biyolojik özelliklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Hücre dokularının bir araya gelerek oluşturmuş oldukları yüzeydir.
- İşlevsel Yaklaşım: Yapı strüktürü formu oluşturmaktadır. Strüktürü oluşturan hücre dokularının forma katmış olduğu anlam işlevsel yaklaşım kapsamındadır.
- Davranış Düzeyi: Her bir hücrenin kendi içindeki organizasyonu formun sürekli bir değişim süreci içinde olmasını sağlar.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Dinamizm: Dokuların parametrik araçların yardımıyla kurduğu ilişki sonucu oluşan strüktürün çevresel etkisi ve dokusal ilişkinin değişim içinde olma durumudur.
- Örüntü: Hücrelerin bir araya gelerek formun karakteristik yapısını oluşturan bir örgütlenme söz konusudur.

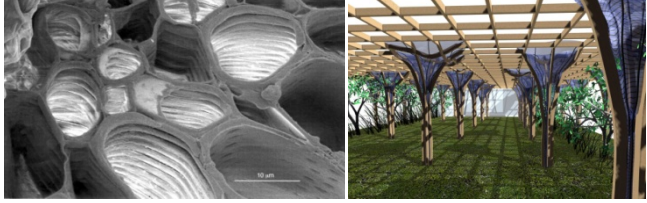
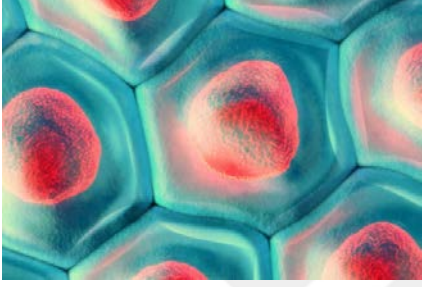
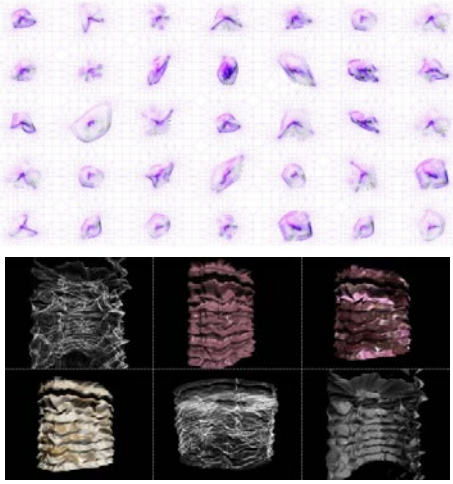
-Kavramlar Kararlar:

- Birlik: Dokuların bir araya gelerek kurdukları ilişkilerin form üzerindeki etkisidir.
- Hiyerarşi: Strüktürün parçalarının değişken özellikleri sayesinde bulunduğu çevreyle bağı ve kendi içlerindeki düzenin sağladığı algılanabilirlik düzeyidir.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Hem hücre dokularının formu, hem de bir araya gelerek oluşturdukları strüktürel yapının insan üzerindeki yumuşak etkidir.
- Strüktür: Formun oluşumunda hücre organizmaların bir araya gelerek oluşturdukları strüktürel doku egemendir.
- Karmaşıklık: Organizmaların yapısal karmaşasının dokusal olarak bir araya gelmesiyle oluşturdukları kaotik örgütlenmenin forma etkisidir.
- Dokusallık: Hücre yapılarının hacimsel özelliklerinin özgünlüğü ve bir araya gelerek oluşturdukları eşsiz düzenin sağladığı etki, tasarımın anlamlandırılmasına katkı sağlamaktadır.

Tablo 37. Cellular Structures analiz tablosu

No: 4.7		CELLULAR STRUCTURES														
Tasarımcı Dimitris Gourdoukis																
Yer: USA																
Yıl: 2005																
İşlev: Mimari																
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI									
							Hücre	Organizma Düzeyi	Genetik Özellikler							
								Biçimsel Yaklaşım	Benzer Biçim							
TÜR							Hücre	İşlevsel Yaklaşım	İşlevsel							
								Davranış Düzeyi	Dönüşüm							
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI									
							Animasyon Yöntemi	Doğrusal Olmayan								
								Bağlar Arası	●							
								Süreklilik								
								İletişim Ağı								
								Dinamizm								
								Şema-Diyagram	●							
								Örüntü								
								Hiper-Bağlar								
YÖNTEM							Animasyon Yöntemi	Hiyerarşik Olmayan Strüktür								
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI									
Simgesellik	Amıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalanma
				●	●							●		●	●	●

## Proje Adı: Cellular Structures

### -Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından hücre yapısının biçimsel ve biyolojik özelliklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Hücre yapısı geliştirilerek boyut kazanması sonucu oluşan özgün dokuların bir araya gelme durumudur.
- İşlevsel Yaklaşım: Boyut kazanana organizmalar yağmur suyu toplayacak şekilde işlevsel özellikler dahil edilerek biçimin gelişimi anlaşılmıştır.
- Davranış Düzeyi: Formun çevresel veriler ışığında doğal kaynaklarının kullanımı ve kendi içindeki düzen içerisinde enerji dönüşümünü gerçekleştirecek çözümlerin üretilmesi canlılık özelliğinin etkileridir.

### -Dijital Tasarım Kararları:

- Bağlar Arası: Hem kendi içlerindeki örgütlenme hem de dış etkenlere karşı duyarlı olma durumunun fiziksel olarak yansımaları animasyon tekniğiyle geliştirilmiştir.
- Şema-Diyagram: Tasarımın karmaşık yapısının algılanabilmesi için kullanılır.


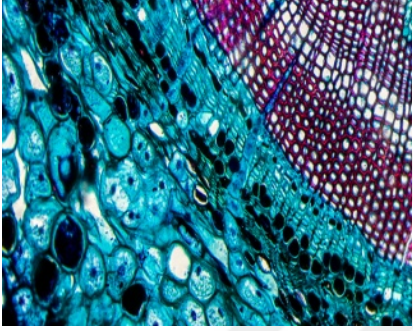
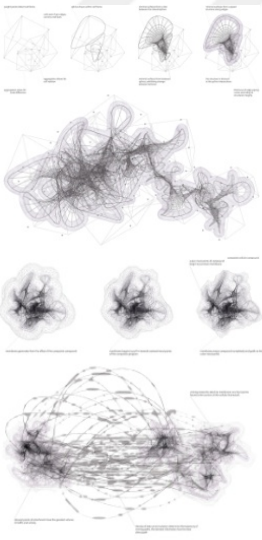
### -Kavramlar Kararları:

- Düzen: Organizmaların kendi içlerinde kurdukları iletişim ve gelişim sürecinin tasarım aşamalarında formun tanımlanmasına yardımcı olan kavramdır.
- Devamlılık: Dijital araçlarla varyasyonları oluşturulan hücre formunun farklı ortamlarda sağladığı değişim ve gelişimdir.

### -Form Kararları:

- Strüktür: Hücre yapısının boyut kazanmasıyla formun strüktürünü oluşturan organizmanın dinamik etkisi sonucu tasarımın ana elemanıdır.
- İşlevsellik: Hücrelerin yapısal özelliklerinin tasarıma uygulanması sonucu formun dönüşüm özelliği kazanması durumudur.
- Dokusallık: Hücre yapılarının baskın biçimi ve bir araya gelmeleriyle oluşturdukları strüktür, form kararı alma sürecinde etkili olmuştur.
- Parçalanma: Hücre yapısının boyut kazanmasının yanı sıra, kendi içinde parçalanarak da biçimsel farklılık yaratmıştır.

Tablo 38. Biochemica: The Living City analiz tablosu

No: 4.8							<b>BIOCHEMICA: THE LIVING CITY</b>													
Tasarımcı Emiliano Zurita																				
Yer: USA																				
Yıl:																				
İşlev: Mimari																				
BİYOLOJİK REFERANS							BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI													
							Hücre		Organizma Düzeyi		Genetik Özellikler									
									Biçimsel Yaklaşım		Benzer Biçim									
									İşlevsel Yaklaşım		Biçimsel									
							TÜR		Davranış Düzeyi		Değişim									
DİJİTAL REFERANS							DİJİTAL TASARIM KARARLARI													
							Evrimsel Tasarım		Doğrusal Olmayan		●									
									Bağlar Arası											
									Süreklilik											
									İletişim Ağı											
									Dinamizm		●									
									Şema-Diyagram											
									Örüntü											
									Hiper-Bağlar											
									YÖNTEM		Hiyerarşik Olmayan Strüktür									
KAVRAMSAL KARARLAR							FORM KARARLARI													
Simgesellik	Anıtsallık	Birlik	Denge	Düzen	Devamlılık	Hiyerarşi	Akışkanlık	Geçirgenlik	Yönelim	Malzeme	Büyüme-Hareket	Strüktür	Karmaşıklık	İşlevsellik	Dokusallık	Parçalama				
					●	●	●				●		●		●					

Proje Adı: Biochemica: The Living City

-Biyolojik Tasarım Kararları:

- Organizma Düzeyi: Doğadaki organizmalar arasından hücre yapısının biçimsel ve biyolojik özelliklerinden esinlenilmiştir.
- Biçimsel Yaklaşım: Hücre yapıları boyutsal olarak geliştirilip, biçimsel çeşitlilik sağlayan bütüncül formlar oluşturulmasını kapsamaktadır.
- İşlevsel Yaklaşım: Biçimsel varyasyonlar oluşturmak temel hedeftir.
- Davranış Düzeyi: Organizmaların sürekli değişim geçirmelerinden yararlanılarak, bir hücrenin canlılık değeri kazanmasını destekleyecek değişim döngüsünün sonucudur.

-Dijital Tasarım Kararları:

- Doğrusal Olmayan: Karmaşık sistemler olan hücre yapılarının her birinin birbirinden farklı özelliklerinin olması alternatif seçenekler üretilirken formun karmaşık düzen içerisinde evrimleşmesini inceler.
- Dinamizm: Çeşitlilik dinamik bir etki yaratır. Bu durum dijital araçlar yardımıyla hangi etkinin hangi sonucu ortaya çıkararak formun oluşumunda etkili olan asıl parametreleri bularak çeşitliliğin sağladığı dinamik etki açıklanmış olunur.

-Kavramlar Kararlar:

- Devamlılık: Farklı boyut ve dokuda oluşturulan formların evrimleşme sürecinin devam etmesi durumudur.
- Hiyerarşi: Canlı organizmaların özelliklerinin forma yansımalarıyla oluşan etkinin fiziksel çevredeki karşılığıdır.

-Form Kararları:

- Akışkanlık: Hücre yapısının şeffaf ve geometrik yapısı akışkanlık kavramını temsil etmektedir.
- Büyüme-Hareket: Formun değişim ve çeşitlilik göstermesi durumudur.
- Karmaşıklık: Organizma yapısının geometrik kurgusunun yarattığı etkidir.
- Dokusallık: Hücrelerin kendi içlerinde farklılaşarak oluşturdukları yeni varyasyonların forma kazandırdığı biçimsel anlamdır.

#### 4. İRDELEMELER

21. yüzyıl mimarlığında Biyo-Dijital Tasarımla ilgili genel bilgilerin verildiği literatür taraması yapılmış ve biyo-dijital tasarım sürecini etkileyen kriterler olan biyolojik, dijital, kavramsal ve form tasarım kararlarına göre örneklem grubu incelenmiştir. Herhangi bir ülke sınırlaması olmadan bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik sistemlerden yararlanılarak tasarlanan 8'er örnek analiz edilmiş ve bulgular oluşturulmuştur.

Örneklere ait kimlik kartlarının oluşturulmasıyla genel bilgilerin verildiği genel analiz tablosu EK 2'te verilmiştir. Bu genel analiz tablosunda örneklere göre seçilen kararların genel durumu görülmektedir.

Analiz tablolarına göre elde edilen bilgiler ışığında Biyo-Dijital tasarımın bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik sistemlere bağlı örneklem gruplarına ait bulgular dört ana başlık altında incelenmiştir.

Örneklem grubuna ait analiz tablolarındaki bulgular;

-Biyolojik Tasarım Kararları

-Dijital Tasarım Kararları

-Kavramsal Tasarım Kararları

-Form Tasarım Kararları başlıkları altında irdelenecektir.

Dört ana başlık altında incelenen 32 tane örneğin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Analiz tablolarında yer alan kararlar ve örneklem gruplarının tercih ettiği sayısal bilgi ışığında irdelemeler yapıp değerlendirme tabloları oluşturulacaktır. Hem görsel hem de sayısal ifadelerle detaylı bir değerlendirme yapılmış, çalışmanın genel sonucuna ulaşabilmek adına örneklem grupları karşılaştırılarak analiz sonuçları irdelenmiş ve genel değerlendirme tablolarıyla hangi formların hangi kararlardan etkilendiği genel ifadelerle açıklanmıştır. Ek tablo 2, 3, 4 ve 5'te görüldüğü üzere genel ifadelere biyolojik sistemler ayrılarak yer verilmiştir.

### 1.1. Biyolojik Tasarım Kararları ile İlgili İrdemeler

Analizleri yapılan dört örneklem grubuna ait 32 tane örnek irdelenmiştir. Karşılaştırma yapılarak değerlendirilecek olan örneklem gruplarına ait verilerin irdelenebilmesi için ilk başlık olan biyolojik tasarım kararları ile ilgili bulguların tespiti yapılmıştır. Biyolojik tasarım kararları; örneklerin hangi biyolojik türden etkilenecek geliştirildiği, hangi davranış türünün ne şekilde tasarıma etki ettiğini belirleyen bir yaklaşımdır. Bu kararlar, tasarımı sadece biçimsel olarak değil aynı zamanda malzeme, davranış, strüktür ve işlev gibi doğadaki organizmaların kendi düzenleri içerisinde farklılaştığı parametreleri de etkiler. Doğadaki organizmaları anlayabilmek ve öğrenebilmek için bu aşamalar başlıklarla ayrılmıştır.

Öncelikle organizmanın türü belirlenmelidir. Türlerin farklılaşması içerisindeki düzenin de değişmesi demektir. Sağlam bir analiz için öncelikli tespit, organizma düzeyini ve türünü belirlemek olacaktır. Organizma düzeyine bağlı olarak biçimsel yaklaşımın tasarımda ne şekilde ele alındığını belirleyebilmek adına benzer biçim ve yüzeysel biçim olmak üzere iki farklı şekilde analiz edilmiştir. İşlevsel yaklaşım ise; malzeme, strüktür, işlevsellik ve biçim olarak ele alınmıştır. Organizma türüne bağlı olarak değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Davranış düzeyi ise formun esinlendiği canlı türünün baskın özelliklerinin tasarıma yansıtılarak formun bir tavır kazanması durumudur. Bu yaklaşım da organizma türüne bağlı değişiklik göstermektedir.

Analiz, görsel ve yazısal bilgiler ışığında kriterlerin bir tablo içinde yoğunluk derecesine göre ele alınmıştır.

-Organizma düzeyi; dört farklı organizma türüdür. Bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik sistemler olarak ele alınmaktadır. Örneklem grupları da bu başlıklardan seçilmiş örneklerdir. Dört farklı grupta toplam 32 örnek sayısında, organizma düzeyinin dağılımı eşittir.

-Biçimsel yaklaşım; organizma türüne bağlı olarak değişkenlik gösterir. Esinlenen türün, var olan doku ya da biçiminin forma aktarılmasıdır. Biçimsel yaklaşım iki farklı şekilde ele alınmaktadır; benzer biçim ve yüzeysel biçim. Benzer biçim; tasarımda formun bütüncül olarak ilham alınan türün geometrik yapısının tasarlanan formda bütüncül olarak etkisidir. Yüzeysel biçim ise; organizmanın dokusunun ya da geometrik yapının tasarımda belirli bir alana uygulanmasıdır. Örneklem grubu içerisinde 23 tane benzer biçim, 9 tane de yüzeysel



biçim yaklaşımı mevcuttur. Bunlardan bitkisel sistemlerde 8 tane benzer biçim varken, yüzeysel biçim yaklaşımı hiç kullanılmamıştır. Hayvansal sistemlerde ise 3 tane benzer biçim, 5 tane yüzeysel biçim vardır. Topografik sistemlerde; 7 tane benzer biçim, 1 tane yüzeysel biçim yaklaşımı ele alınmıştır. En son olarak genetik sistemlerde 5 tane benzer biçim, 3 tane yüzeysel biçim kullanımı olduğu görülmektedir. Bitkisel, topografik, genetik sistemlerde en çok benzer biçim yaklaşımı tercih edilirken, hayvansal sistemlerde en çok yüzeysel biçim yaklaşımı tercih edilmiştir.

-İşlevsel yaklaşım; organizma türünün fizyolojik ve biyolojik olarak kendi içindeki özel özellik veya tasarımda etkili olacak belirleyici etmen olarak düşünülebilir. Bu bağlamda incelenen örnekler dört farklı alt başlıkla irdelenmiştir. Bunlar; işlevsel, strüktür, malzeme ve biçimseldir. Esinlenen türün baskın olarak hangi özelliği kullanıldığı belirlenmektedir. Örneklem grubu içerisinde işlevsel özellik 12, strüktür özellik 6, malzeme özelliği 7 ve biçimsel tercih 7 tane olacak şekilde tespit edilmiştir. İşlevsel özellik; bitkisel sistemlerde 3 tane, hayvansal sistemlerde 2 tane, topografik sistemlerde 4 tane ve genetik sistemlerde 3 tane örnekte mevcuttur. Strüktürel özellik ise, bitkisel sistemlerde 2 tane, hayvansal sistemlerde 3 tane, topografik sistemlerde 0 tane ve genetik sistemlerde ise 1 tane kullanılmıştır. Malzeme özelliği ise, bitkisel ve hayvansal sistemlerde 3 tane, topografik sistemlerde 0 tane ve genetik sistemlerde 7 tane örnekte tespit edilmiştir. Son olarak incelenen örnekler içerisinde biçimsel özellik; bitkisel ve hayvansal sistemlerde baskın bir özellik olarak tercih edilmezken, topografik sistemlerde 4 tane ve genetik sistemlerde ise 3 tane örnekte mevcut olduğu görülmektedir. Tüm bu veriler irdelendiğinde işlevsel özellik en çok tercih edilen işlevsel yaklaşım olduğu görülmektedir.

-Davranış düzeyi; Tablo 39' da görüldüğü üzere organizma türlerine göre değişiklik göstermektedir. Her bir türün kendi içindeki düzeni, işleyişi ve çevreyle ilişkisi birbirinden farklıdır. Bu nedenle örneklem grubunun davranış düzeyi incelemesi o türün davranış özelliğinin tasarıma kazandırılmasıyla değerlendirilir. Davranış düzeyi; dayanıklılık, tepki, çürüme, üretim, değişim, dönüşüm, iletişim, büyüme, yönelme, temizleme ve hareket gibi eylemler etkili olmuştur. Bitkisel sistemlerde; dayanıklılık, çürüme, dönüşüm, büyüme, yönelme ve temizleme gibi davranışlar örneklem grubunda tespit edilmiştir. Hayvansal sistemlerde ise, tepki, üretim, dönüşüm ve hareket gibi davranışlar örneklem grubunda belirlenmiştir. Topografik sistemlerde; tepki davranışının baskın olduğu dört örnek bulunmaktadır. Aynı sistem içerisinde hareket ve üretim davranışıyla ilgili tasarımlar

mevcuttur. Genetik sistemlerde ise; tepki, değişim, dönüşüm ve iletişim gibi davranışlar örneklem grubunda tespit edilmiştir. Davranış düzeyinde esinlenen organizmanın çevreyle ilişkisini yansıtan formların kazandığı tavırlardan en çok görüleni tepki davranışdır, en az olan ise dayanıklılık, çürüme, iletişim, yönelme ve temizleme davranışdır.

Tablo 39. Davranış Düzeyi Kriterlerinin Organizma Türlerine göre Değerlendirilmesi

DAVRANIŞ DÜZEYİ	BİTKİSEL SİSTEMLER	HAYVANSAL SİSTEMLER	TOPOGRAFİK SİSTEMLER	GENETİK SİSTEMLER
Dayanıklılık	●			
Tepki		●	●●●●	●●
Çürüme	●			
Üretim		●●●		
Değişim			●	●●●●
Dönüşüm	●	●●		●
İletişim				●
Büyüme	●●●			
Yönelme	●			
Temizleme	●			
Hareket		●●	●●●	

Biyolojik sistemlerle ilgili bulguların irdelenmesiyle her organizmanın farklı özelliklerinin tasarıma etkisi değişmektedir. Tasarım süreci boyunca form; biyolojik özelliklerden, organizmanın yapısal geometrisinden, genetik yapısından ve çevresine gösterdiğini davranışlardan etkilenmektedir. İncelenen örneklerde bu aşamaların kullanım derecesinin değiştığı görülmektedir. Bu nedenle örneklerin form, malzeme, strüktür, işlev, çevresel ilişki ve tavrın biyolojik sistemlerden etkilenecek birbiri arasında bağlantılı bir ilişki söz konusudur.

Bitkisel sistemlerde incelenen örneklem grubunda, tüm örnekler biçimsel yaklaşım kapsamında benzer biçim kategorisinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum esinlenen bitkisel organizmaların daha çok bütünsel bir esinlenme yoluyla geometrik yapısını forma aktardığı tespit edilmiştir. Birbiri ile ilişkili olan işlevsel yaklaşım kararlarında işlevsel ve malzeme özelliği bitkisel türlerde en çok görülen baskın özelliklerdendir. Esinlenen türlerin sadece biçimsel değil aynı zamanda kendi içlerindeki yaşayan döngünün,

sistemlerin ve ilişkilerin neler olduğunu ve ne şekilde kullanıldığının öğrenilmesi ve tasarımlarda kullanılması önemlidir. Bu nedenle işlevsel yaklaşıma bağlı olarak formun da değişmesi göz önüne alınmalıdır. Türlerin bulunduğu çevrede işleyen düzene ve değişen şartlara bağlı olarak göstermiş olduğu tavrın, forma yansması ve kimlik kazanması biyolojik tasarım kararları için önemli bir parametredir. Analiz tablolarına göre, bitkisel türlerin biçimsel olarak en çok sergiledikleri davranışın büyüme olduğu tespit edilmiştir. Türlerin birçok farklı davranış gösterebildiği de görülmektedir.

Hayvansal sistemlerde incelenen örneklem grubuna ait biçimlendirme yaklaşımı değerlendirilmesinde yüzeysel biçimlenme yoğunluğunun daha fazla olduğu görülmektedir. İşlevsel yaklaşım kararlarında ise strüktür ve malzeme olarak kullanımının eşit ve baskın olduğu tespit edilmiş, biçimsel özellik örnekler arasında tercih eden bulunamamıştır. Davranış düzeyi olarak organizmalarda görülen çeşitlilik hayvansal sistemlerde de mevcuttur. Üretim davranışı en çok görülen davranış olarak tespit edilirken, dönüşüm ve hareket eylemi de yine tercihler arasında en sık kullanılan ikinci davranış türüdür. Hayvansal sistemlerin tasarım projelerinde form üretim aşamalarında esinlendiği organizmanın canlılık düzeyini tasarıma kazandırmak için farklı parametrelerden etkilenilmiş, kullanılmış ve öğrenilmiş olduğu görülmektedir.

Topografik sistemlerde incelenen örneklem grubu; benzer biçim yaklaşımı en çok kullanılan biçimsel yaklaşım olarak görülmektedir. Topografik yapının karakteristik çizgilerinin bu duruma etkisinin fazla olduğu görülmektedir. Yine aynı şekilde işlevsel yaklaşım kriterleri incelendiğinde biçim ve işlev özelliklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu durum topografik sistemlerde biçimsel esinlenmenin en etkili tasarım kriteri olduğu söylenebilir. Davranış düzeyi analizleri incelendiğinde, tepki davranışının en baskın olarak kullanıldığı daha sonra hareket eyleminin tercih edildiği görülmektedir. Topografi sistemlerin çevresel etmenlerden en çok etkilenen sistemler olduğu ve fiziksel etmenlere göre değişim ve davranış gösterdiği bu durum da tasarıma karakter kattığı söylenebilir.

Genetik sistemlerde incelenen örneklem grubu içerisinde benzer biçim kriterlerinin biçimsel yaklaşım kapsamında en çok tercih edilen olduğu tespit edilmiştir. İşlevsel yaklaşım kriterlerinin hepsine ait örneklerin olduğu ancak en çok tercih edilen işlevsel ve biçimsel özelliklerin olduğu görülmektedir. Davranış düzeyi analizinde birden çok davranış türü tercih edilmiş ancak değişim eylemi diğer eylemlerin önüne geçmiş olması sebebiyle en çok kullanılan davranış türü olduğu belirlenmiştir.

Organizmalardan yola çıkılarak tasarlanan projelerde, forum gelişim süreci o türe ait biçimsel, işlevsel, davranışsal gibi özelliklerin baskın yönlerinin tasarıma aktarılarak projenin canlılık özelliklerinin kazandırılması önemsenir. İncelenen örneklem gruplarında biyolojik tasarım kararlarının birçok parametresinin olduğu ve esinlenin organizma türüne göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4.2. Dijital Tasarım Kararları ile İlgili İrdemeler

Dijital tasarım kararları ile organizmalarından esinlenen formların hangi kritere göre nasıl bir dijital yöntem kullanılacağı aynı zamanda dijital tasarımın gelişiminde tespit edilen kavramlardan hangilerinin forma yönelik bir etkisinin olduğu, organizmaların kendi içlerindeki düzen ve biçimsel özelliklere yönelik değişimlere göre tespit edilmektedir. Bu başlık altında irdelenecek olan örneklem grubu, analiz tablolarında yer alan kriterlerdeki tablo 40'ta yer alan yoğunluklara göre incelenecektir.

-Doğrusal olmayan strüktürler; örneklem grubu içerisinde tercih edilme durumuna bağlı yoğunluk derecesine göre üçüncü sırada bulunmaktadır. Bitkisel sistemlerde, 1 tane örnekte; hayvansal sistem ve topografik sistemlerde 2 tane, genetik sistemlerde ise 3 tane örnekte doğrusal olmayan strüktürler kullanılmıştır. Buna bağlı olarak organizmalar arasında form tasarlanırken doğrusal olmayan strüktür etkisinin en çok kullanıldığı türün genetik türler olduğu karşılaştırmalarda belirlenmiştir.

-Bağlar arası; en çok tercih edilen ikinci kriterdir. Bitkisel ve hayvansal sistemlerde 3'er tane örnekte bulunarak bu kriterin en çok tercih edilen organizma türleri olduğu görülmektedir. Genetik sistemlerde 2 tane örnekte mevcutken, topografik sistemlerde 1 tane örnekte bulunması sistemlerin çevresindeki ilişkinin form üzerindeki etkisinin ne kadar yoğunlukta olduğunun tespiti mümkündür.

-Süreklilik; doğrusal olmayan strüktür kriteri kadar tercih edilmiştir. Hayvansal sistemlerde 4 tane örnekte etkisi görülmüş olan süreklilik kavramının, genetik sistemlerde ise hiç tercih edilmemesi yine organizma türlerinin farklarının etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bitkisel ve topografik sistemlerde ise 2'şer tane örnekte bu etki görülmüştür.

-İletişim ağı; örneklem grubu içerisinde toplamda 6 kere kullanılmasıyla en az tercih edilen kriterlerden biridir. Bitkisel sistemlerde 3 tane örnekte bu etki görülmekteyken topografik sistemlerde hiç görülmemesi organizmaların fiziksel dokularla ilişki kurma durumunun form üzerindeki etki derecesinin az olduğunu göstermiştir. Hayvansal sistemlerde 2 tane, genetiklerde de 1 tane örnekte iletişim ağı etkisi tespit edilmiştir.

-Dinamizm; dijital tasarım kararları arasından organizmaların tasarım sürecine etkisi en çok olan kavramdır. Organizma türlerinden bu kavramı en çok tercih eden topografik sistemlerdir. Topografik sistemlerden sonra hayvansal sistemler 5 tane örnekle en çok tercih edilen ikinci organizma türüdür. Dinamizm etkisi, organizmaların dijital tasarım kararlarında formun gelişim sürecinde en etkili kavram olduğu 32 tane örneklem grubu içerisinde 19 tane örnekte görülmesinden tespit edilebilmektedir.

-Şema-Diyagram; karmaşık düzenlerin algılanabilir olmasında tercih edilen anlatım türüdür. Dijital tasarım yöntemlerinde sıklıkla kullanılmakla beraber dijital tasarım kararları içerisinde anlatım dili olarak baskın bir yöntem olmadığı tespit edilmiştir. 32 örnek sayısından 6 tane örnekte baskın olarak görülmüştür. Sayı dağılımı ise bitkisel ve hayvansal sistemlerde 1'er tane, topografik ve genetik sistemlerde 2'şer tane örnekte mevcuttur.

-Örüntü; organizmaların dijital tasarım kararları içerisinde en az etkilendiği iki kavramdan biridir. Bitkisel sistemlerden 2 tane ve diğer sistemlerden 1'er tane örnekte görülmesi organizmalardan biçimsel esinlenmenin dijital araçlarla ele alınması örüntü kavramının diğer kavramlardan daha geri kaldığı görülmektedir.

-Hiper-bağlar; bitkisel ve topografik sistemlerde 2'şer tane, genetik sistemlerde 1 tane ve hayvansal sistemlerde hiç tercih edilmemiştir. Toplamda 5 tane örnekte tespit edilen hiper-bağlar, dijital tasarım kararları arasında en az kullanılan kriterlerden biridir.

-Hiyerarşik olmayan strüktürler; örneklem grubu içerisinde toplam 7 tane örnekte görülmektedir. Bitkisel sistemlerde 3 tane örnekte hiyerarşik olmayan strüktür görülerek en çok tercih eden sistem olmuştur. Topografik sistemlerde de 2 tane örnekte, hayvansal ve genetik sistemlerde 1'er tane örnekte mevcut olmasıyla en az tercih edilen organizma türü olduğu belirlenmiştir. Dijital araçların yardımı ve organizma türünün özelliğinin etkisiyle bu kavramın formda algılanabilir olması belirleyici rollerden biridir.

Tablo 40. Dijital Tasarım Kararlarının Organizma Türlerine göre Form Üzerinde Etkisinin İrdeleme Tablosu

DİJİTAL TASARIM KARARLARI	DOĞRUSAL OLMAYAN	BAĞLAR ARASI	SÜREKLİLİK	İLETİŞİM AĞI	DİNAMİZM	ŞEMA-DİYAGRAM	ÖRÜNTÜ	HİPER-BAĞLAR	HİYERARŞİK OLMAYAN STRÜKTÜR
BİTKİSEL SİSTEMLER	1	3	2	3	4	1	2	2	3
HAYVANSAL SİSTEMLER	2	3	4	2	5	1	1	0	1
TOPOGRAFIK SİSTEMLER	2	1	2	0	6	2	1	2	2
GENETİK SİSTEMLER	3	2	0	1	4	2	1	1	1
<b>TOPLAM</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

Dijital tasarım kararları altında belirlenen 9 alt başlık içerisinde organizma türlerine göre kullanım derecesi sorgulanmış ve yoğunluk derecesi göre incelenmiştir. Canlı ve cansız doğadaki türlerin öğrenilerek ve esinlenilerek kullanılması ve bu verilere göre dijital tasarım kararlarının belirlenmesi sonucu yeni form arayışları içerisinde etkili bir yol olduğu görülmektedir. Doğadaki her sistem gibi örneklem grubu içerisindeki örneklerde de görülen farklılaşma durumu; dijital tasarım kararlarını da etkilemiştir.

Karşılaştırma yapılırsa bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik türlerde en çok kullanıldığı görülen kavramın dinamizm olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda dinamizm kavramı etkisi en çok olan ortak kavram olduğu söylenebilir. Etkisi en az olan kavramın türlere göre değişkenlik gösterdiği yine analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Etkisi en çoktan en aza doğru bir sıralama yapılırsa; dinamizm, bağlar arası, doğrusal olmayan strüktürler, süreklilik, hiyerarşik olmayan strüktürler, iletişim ağı, şema-diyagram, örüntü ve hiper-bağlar şeklindedir. Bu sonuçlara bakılarak organizmaların tasarım süreci içerisinde kendi içinde ve fiziksel çevreyle etkileşiminin form üzerinde etkili olduğu ve formun özgün özellikler kazanarak varlığının ve farklılığının vurgusunun yapıldığı kararların alındığı görülmektedir.

### 4.3. Kavramsal Tasarım Kararları ile İlgili İrdelemeler

Kavramsal tasarım kararları, biyo-dijital tasarımla oluşturulan formun algısal analizinin yapıldığı bölümdür. Dijital ve biyolojik sistemlerin etkisiyle tasarlanan projelerde etkili olan kavramların tespiti birçok farklı kaynaklardan elde edilen bilgiler ışığında belirlenmiştir. Belirlenen kavramların bağlamında örneklem grubunun yer aldığı analiz tablolarına göre irdelemeler yapılmıştır. Her bir örneğin dahil olduğu organizmaların değişken yapılarının olması birden çok kriterin seçilmesi analiz tablolarındaki verilere göre tablo 41’de detaylıca görülmektedir.

-Simgesellik; kavramsal tasarım kararlarında organizma türleri içerisinde en çok algısal olarak varlığı hissettiren kavramlardan biri olduğu tespit edilmiştir. 32 tane örnek sayısı içerisinde 12 tane örnekte varlığı hissedilmiştir. Örneklem grubu içerisinde en çok bitkisel sistemlerden esinlenilerek tasarlanan formlarda simgesellik baskın olarak ayırt edilmektedir. Genetik sistemlerde 3 tane örnekte var olmasıyla, hayvansal ve topografik sistemlerle 2’şer tane örnekle tüm organizmalarla etkileşim içinde olduğu görülmektedir.

-Anıtsallık; kavramsal tasarım kararları içerisinde en az tercih edilen kavramdır. Biyo-dijital tasarımın daha geleceğe yönelik bir tasarım yaklaşımı olması etki açısından varlığını az hissettirdiği düşünülmektedir. Sistemler içerisinde en çok topografik sistemlerde, sonra bitkisel sistemlerde örnekleri bulunurken, hayvansal ve genetik sistemlerde bu kavramla ilişki kurulabilecek bir örnek tespit edilememiştir.

-Birlik; formun algılanabilirliğini en çok hissettiren kavramdır. Hayvansal sistemlerde 5, bitkisel sistemlerde 4, genetik sistemlerde 3 ve topografik sistemlerde 1 tane örneğine rastlanmıştır. Toplam 13 örnekte görülen birlik kavramı, biyo-dijital tasarımla oluşturulan formlarda etkili olan en yoğun kriterdir.

-Denge; biyo-dijital tasarımlarımda etkisi orta düzeyde olan kavramlardan birisidir. Yoğunluk sıralamasına göre en çok kullanılan 4.sıradaki kriterdir. Denge kavramı; hayvansal ve genetik sistemlerde eşit sayıda ve en çok kullanılan ancak bitkisel ve topografik sistemlerde daha az ve yine eşit sayıda tercih edilmiştir. Bu durum biyolojik sistemlerden elde edilen verilerin değişken ve farklı tavırlar içerisinde olması sonucu olduğu gözlenmektedir.

-Düzen; formun algılanabilirliğine en az etki eden ikinci kavramdır. Genetik ve bitkisel sistemlerde 3'er tane örnekle gözlemlenmiş ancak hayvansal sistemlerde ise bu sayı 1'e düşmektedir. Bu durum; düzen kavramının denge kavramı gibi değişken organizmaların kendi içlerindeki ilişkilerin yoğunluklarının farklılaşması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

- Devamlılık; bitkisel ve hayvansal sistemlerde yoğun bir şekilde kullanılan bu kavramın örneklem grubu içerisindeki sayısı 11 olup, 3.sırada yer almaktadır. Genetik sistemlerde de 3 örneğinde görülmesi bu kavramın formun algılanabilirliği konusunda sıklıkla kullanıldığı değerlendirilmesini yaparken bir yandan topografik sistem örneklerinde hiç görülmemesi organizmaların canlılık özelliklerinin türlere göre farklılaşıp, formları etkilemesi sonucu olduğu tespit edilmiştir.

-Hiyerarşi; topografik sistem örneklerinde en çok kullanılan kavramdır. Genetik sistemlerde 2, bitkisel ve hayvansal sistem örneklerinde ise 1'er tane örnek mevcuttur. Topografik sistemlerin geometrik yapısı; biyo-dijital tasarımla oluşturulan formun fiziksel çevrede algısal baskınlık kurduğu görülmektedir.

Tablo 41. Kavramsal Tasarım Kararlarının Organizma Türlerine göre Form Üzerinde Etkisinin İrdeleme Tablosu

KAVRAMSAL TASARIM KARARLARI	SİMGESELLİK	ANITSALLIK	BİRLİK	DENGE	DÜZEN	DEVAMLILIK	HİYERARŞİ
BİTKİSEL SİSTEMLER	5	1	4	2	3	4	1
HAYVANSAL SİSTEMLER	2	0	5	3	1	4	1
TOPOGRAFİK SİSTEMLER	2	3	1	2	2	0	6
GENETİK SİSTEMLER	3	0	3	3	3	3	2
<b>TOPLAM</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>

Kavramsal tasarım kararları; biyo-dijital tasarımla oluşturulan formun algısal olarak etkilendiği kavramları irdelenmiştir. Organizma türlerinin farklılaşması formun algısal süreci içerisindeki en etkili değişkendir. Hemen hemen her örnekte birçok kavram kullanılmış olması biyo-dijital tasarımla formun algılanabilirlik derecelerini belirlemek



adına istenilen bir adımdır. Formun fiziksel ölçütlerdeki durumunun yanı sıra duyuşal ve sosyolojik bir bağ kurmasının da derecesini anlaşılmasına yardımcı olan bu kavramların, canlıların kurduğu iletişim, duyarlılık ve gösterdiği tavır gibi davranış eylemlerinin kazanması, formun da bir canlı gibi sadece fiziksel ölçütlerle değil aynı zamanda tavır ve eylemlerle de şekillenebileceğini göstermektedir. Bu kararların tespitiyle form üzerindeki; baskın verilerin neler olduğu, hangi sistemlerin ortak ilkeleri olduğunun da algılanmasına yardımcı olmaktadır. Belirlenen kavramların dengeli yoğunluk dağılımını organizmaların belirli kesişim alanlarının da olduğunu ortaya koymaktadır.

Bitkisel sistemlerde en yoğun gözlemlenen simgesellik, hayvansal sistemlerde birlik, topografik sistemlerde hiyerarşiklik kavramı bu organizmaların farklılaşan yönleri olduğunun somut verileridir. Ancak genetik sistemdeki dengeli dağılım; kendi içindeki örgütlenmenin ve bunun tasarıma yansımalarının birçok kavramın etkili olduğu görülmektedir. Biyo-dijital tasarımla oluşturulan örneklerin; kavramsal farklılıkları ve bunun organizma türlerinden esinlenen form üzerindeki etkisinin ayrımı yapılmak istenmiştir. Her bir organizma kendi içinde düzeni olan, çevreyle kurduğu ilişkiye belirli ilke ve kuralları olan, bağlantılı olduğu diğer nesnelere karşı tavrının değişken olması gibi birçok belirleyici faktör formun tasarım sürecine yani tüm tasarıma yansımaktadır. Bu nedenle, organizmaları iyi anlamak ve ona göre bir tasarım süreci programlamak çok önemlidir.

#### **4.4. Form Tasarım Kararları ile İlgili İrdelemeler**

Biyo-dijital tasarım örneklerinde formun geometrik yapısı ve fiziksel durumunun tespitinin yapılabilmesi için birkaç farklı kaynaktan incelenerek seçilen kavramlar form tasarım karar kriteri olarak ele alınmıştır. Bu kriterlere göre örneklem grubunun analiz verileri tablo 42'de açıkça ifade edilmiştir.

-Akışkanlık; biyo-dijital tasarımda en sık rastlanan form geometrisinin aktardığı histir. Organizma türlerine göre formu etkilediği düzey değişmektedir. Form tasarım kararları arasından en çok tercih edilen kavramlardan biri olduğu tespit edilmiştir. Organizma türleri arasından topografik sistem tasarımları örnekleri 6 tane olup en çok tercih eden sistem olmuştur. Genetik sistem örnekleri topografik sistemlerden sonra akışkanlık kavramını en çok kullanana ikinci türdür. Bitkisel sistemlerde 2 örnek yer alırken, hayvansal sistemlerde

1 örnek ile en az tercih eden sistemdir. Bu durum topografik sistemlerin akışkanlık kavramı ile formun etkileşiminin fazla olduğunu göstermektedir.

-Geçirgenlik; formda malzeme ve oluşturulan dokusal boşluklar sayesinde elde edilir. Bu yaklaşımla hayvansal sistem örneklerinde 6 tane örnek olması, geçirgenlik kavramının formun fiziksel boyutu üzerinde etkili olduğunu gözlemlenmektedir. Genetik sistemlerde de hem form hem de malzeme etkisiyle geçirgenlik kavramının varlığını hissettiren tasarımlar 3 tane olduğu tespit edilmiştir. Bitkisel ve topografik sistem örneklerinde 1'er tane olması organizma türlerine göre tasarlanan formların etkilendiği fiziksel etkilerin de değiştiği söylenebilir. Geçirgenlik kavramı; 32 örnek içinde 11 tanesinde tespit edilmesiyle form tasarım kararlarında etkili olan kriterlerden biri olduğu ifade edilebilir.

-Yönelim; form tasarım kararları arasında etkisi en az olan kavramlardan biridir. Yönelim; formun canlı türün hareket kabiliyeti gibi dış etmenlere karşı almış olduğu tavır olarak da değerlendirilebilir. Ancak bitkisel, hayvansal ve topografik sistem örneklerinde 2'şer tane, genetik sistemlerde de 1 tane örnek olması genel değerlendirme de tercih edilme seviyesi düşük olarak belirlenebilir.

-Malzeme; form, malzeme ve işlev bir bütün olarak birbirini sürekli etkileyen bir ilişki içerisinde. Biyo-dijital tasarımlarda malzeme çok önemli aşamalardan biridir. Özellikle doğayı öğrenebilme düşüncesiyle doğayı koruma, iyileştirme ve geliştirme amacı için doğadan elde edilen malzeme veya türleri ile dönüşebilir yeni ürünler ortaya koymak tasarım süreci için önemli bir adımdır. Bu nedenle malzemeyi geliştirebilmek adına birçok disiplin birlikte çalışarak yeni araştırma konuları ortaya koymuşlardır. İncelene örnekler içerisinde organizma türlerinden geliştirilen ya da elde edilen malzemenin forma etki süreci beklenilenden daha düşüktür. Bu durum aslında yeni tasarım yaklaşımların hala araştırılmaya devam etmesini ve yeni malzeme ihtiyacının hala varlığını sürdürdüğünü vurgulamaktadır. Hayvansal sistem örneklerinde form üzerinde malzeme etkisi en fazla olan gruptur. Daha sonra bitkisel sistem gelerek 3 tane örneğin malzeme kapsamında değerlendirilebileceği görülmektedir. Genetik sistemlerden 1 tane örnek varken, seçilen örneklem grubu içerisinde topografik sistemlere ait örneklerde malzeme etkisi baskın olarak belirlenememiştir.

-Büyüme- Hareket; form tasarım kararları arasından yoğunluğu en fazla olan kavramdır. Toplamda 16 tane örnekte tespit edilmiş olup, her türdeki örneklerde etkili olduğu

görülmektedir. Büyüme ve hareket kavramı aslında canlı türlerin canlı kimliğini kazanmasındaki en önemli parametredir. Ancak forma canlı özelliği katmak biyo-dijital tasarım için en önemli aşamadır. Bu nedenle dijital tasarım sistemlerinin yardımıyla formun hareket boyutunun kazanması; bitkisel sistem örnekleri içinde 6 tane örnekle en çok tercih edilen kavramdır. Hayvansal sistemlerde 5 tane örnek ile ikinci sırada gelmektedir. Topografik sistemlerde 3 tane örnekte büyüme ve hareket kavramı görülmektedir. Genetik sistemlerde de kendi içindeki düzenin çevreye değil kendi içindeki ilkelerden oluştuğu için bu kavramın etkisi en az olan örneklem grubudur.

-Strüktür; bitkisel sistem örneklerinde 3 tane, genetik sistemlerde 4 tane olmak üzere hayvansal ve topografik sistemlerde 1'er tane örnek mevcuttur. Form tasarım kararlarında strüktür etkisi diğer kavramlara göre tercih edilme yoğunluğu azdır. Sıralamada 6.sıralamada yer almaktadır.

-Karmaşıklık; genetik sistemlerin kendi içlerindeki işleyişlerinin karmaşık yapısının form üzerindeki etkisinin fazla olduğu gözlemlenerek örnek sayısı 5 olarak belirlenip, karmaşıklık kavramının en çok tercih eden örneklem grubudur. Bu karmaşık yapıların anlaşılır olması adına birçok disiplin ve dijital yöntem birlikte kullanılmaktadır. Topografik sistem örneklerinde de karmaşıklık kavramı görülmektedir. Topografik yapının sürekli dış etmenlerle etkileşim içinde olması form süreci içerisinde çözülmesi zor ancak bir sistem içerisinde ilerleyen düzen olduğu söylenebilir. Bitkisel sistemlerde ise 2 tane örnekte karmaşıklık kavramı görülmüştür ancak hayvansal sistemlerde seçilen örnekler içerisinde karmaşıklık kavramının baskın olarak etkili olduğu örnek tespit edilememiştir.

-İşlevsellik; yeni araştırma konularında yeni form arayışı kadar işlevsel çözümler üretmek de önemsenmektedir. Özellikle organizmaların kendi içlerindeki işleyiş düzeninin kavrayabilmesi açısından doğal sistemlerin öğrenilmesi gerekmektedir. Doğada her şeyin bir amacı olduğu düşünülürse; tasarım sürecine de bu yaklaşım ile farklı bir boyut kazandırılmak istenmektedir. Bu nedenle formun sadece fiziksel boyut olarak ele almak bu tasarım amacı içerisinde dahil değildir. Formun fiziksel boyutu, malzeme, davranış ve işlevsellik bir bütün olarak görülmektedir. Form tasarım kararları içerisinde de işlevsellik kavramı hala araştırılan ve geliştirilen bir alandır. Bitkisel sistem örneklerinde işlevsellik kavramının forma etkisinin olduğu 3örnek tespit edilmiştir. Topografik sistem ve genetik sistemlerde 2'şer tane, hayvansal sistemlerde ise 1 tane örnek mevcuttur.

-Dokusallık; form tasarım kararları içinde en çok tercih edilen ikinci kavramdır. Dokusallık esinlenilen türün karakteristik yapısına işlev kazandırılması olarak da düşünülebilir. Bu kavram organizma türüne ait olan parçaların farklı şekillerde bir araya gelmesi ya da mevcut formun parçalara ayrılarak oluşturdukları düzen olarak da düşünülebilir. Bu bağlamda genetik sistemlerde 6 tane, hayvansal sistemlerde 4 tane, topografik sistemlerde 3 tane ve bitkisel sistemlerde 2 tane örnek mevcuttur. Genetik sistem örnekleri dokusallık kavramından en çok etkilenen tasarımlardır.

-Parçalanma; dokusallıkla ilişkili olan bu kavramın tercih edilme yoğunluğu form tasarım kararları arasında en düşük olmaktadır. Bitkisel ve genetik sistemlerde 1'er tane, diğer sistemlerde seçilen örneklem grubu içerisinde tespit edilememiştir.

Tablo 42. Form Tasarım Kararlarının Organizma Türlerine göre Form Üzerinde Etkisinin İrdeleme Tablosu

FORM TASARIM KARARLARI	AKIŞKANLIK	GEÇİRGENLİK	YÖNELİM	MALZEME	BÜYÜME-HAREKET	STRÜKTÜR	KARMAŞIKLIK	İŞLEVSELLİK	DOKUSALLIK	PARÇALANMA
BİTKİSEL SİSTEMLER	2	1	2	3	6	3	2	3	2	1
HAYVANSAL SİSTEMLER	1	6	2	4	5	1	0	1	4	0
TOPOGRAFIK SİSTEMLER	6	1	2	0	3	1	3	2	3	0
GENETİK SİSTEMLER	5	3	1	1	2	4	5	2	6	1
<b>TOPLAM</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>2</b>

Seçilen örneklem grubu içerisinde organizma türlerinin farklılaşması, formun etkileşim alanlarının da artmasına neden olmuştur. Bitkisel sistem örnekleri içerisinde en çok kullanılan form tasarım kavramı büyüme- hareket kriteridir. Bu durum bitkisel türlerden esinlenerek ve öğrenerek geliştirilen tasarımların tasarım süreci içerisinde sürekli bir gelişim içinde bulunacağını ve formun bulunduğu çevreye karşı bir tavır sergileyeceği öngörülmektedir. En az kullanılan kavramlar ise geçirgenlik ve parçalanmadır. Bu kavramlar türün özelliğine göre belirlenmektedir. Hayvansal sistemlerde ise en çok kullanılan form tasarım kararı, geçirgenliktir. Bu durum bitkisel ile hayvansal türlerin form üzerinde etkisinin ne kadar farklı olabileceğini göstermektedir. En az kullanılan kriter ise, parçalanma kavramıdır. Bu tür kavramlar daha çok türlerin kendine ait özelliklerin sonucu

ortaya çıkan kriterlerdir. Formun kimlik kazanmasına yardımcı olurlar. Hayvansal sistemlerde tercihi düşük olan diğer kavram ise karmaşıklığıdır. Topografik sistem örneklerinde en çok akışkanlık kavramı görülmektedir. Topografik sistemlerin geometrik yapısı dış etmenlerin etkisiyle daha yumuşak ve akış içinde olan formlardır. En az tercih edilen kavram ise malzeme ve parçalanma kavramlarıdır. Topografik türlerin etkileşimi az olduğu bu kavramlar, farklı türlerde ise sıklıkla kullanılan ve belirleyici rol üstlenen kavramlar olabilmektedir. Genetik sistemlerde ise dokusallık kavramı form tasarım sürecinde en etkili olunan kavramdır. Dokusallığın kendine has kimliği tercih edilme nedeni olabilir. Ancak doku içerisinde farklı anlam ve işlev katma imkanı ve estetik açıdan zengin duruşu yine tercih nedenleri arasındadır. Genetik sistemlerin basit geometrik yapıları, modüler olarak görülüp bu parçaların farklı bir araya gelmeleri ile de oluşabilmesi organizma türünün biçimsel kullanım alanlarını da arttırmak demektir. Dokusallık; doluluk-boşluk, eski-yeni, küçük-büyük boyutlar gibi farklı bir araya gelişler olarak da düşünülebilir. Genetik sistem örnekleri incelendiğinde yönelim, malzeme ve parçalanma kriterlerinin etkisinin az olduğu görülmektedir. Bu durum hala araştırmaya devam edilen ve geliştirilmeye açık olan alan olduğunu göstermektedir. Özellikle malzeme etkisinin diğer kavramlara göre daha az etkili olması, genetik sistemler için kendi içindeki örgütlenme ve işleyişin daha fazla araştırılıp geliştirilmesi gerektiği söylenebilir.

Form tasarım kararları, örneklem grubu içerisinde farklı dağılımlar göstermiştir. Bu durum form alternatif üretimleri için besleyici bir sonuçtur. Bazı kavramların Ek Tablo 6'da oluşturulan matriste de görüldüğü üzere daha baskın olarak form üzerinde etkili olduğu tespit edilen örneklem grubunun, bazı kavramların da etkisiz kaldığı söylenebilir. Bu durum değişen, farklılaşan biyolojik sistemler içerisinde formun da değişim geçirdiği ve kimlik kazandığı görülmektedir. Formun etkileşim sürecinin sürekli devam edeceği bu yaklaşımlar içerisinde örneklem grubunun analizleri ve tespitleri belirtildiği gibi ortak ve farklı yönleri anlatılarak belirlenmiştir. Biyo-dijital tasarım süreci hala araştırılan ve geliştirilen bir yaklaşım olduğu için değişim öngörülen bir göstergedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada artan nüfus yoğunluğu, çevre kirliliği, doğal yaşam alanlarının bozulması, öngörülen olası doğal afetlerin artışı gibi yaşamı tehdit eden sorunlar günümüz ve gelecek yüzyıl içerisinde araştırma konuların temel çalışma alanları olmuştur. Mimarlık, bilimsel çalışmalar ve toplum arasındaki ilişkiyi canlı tutan disiplinlerden biridir. Bu durumda; dünyadaki her olumlu ve olumsuz gelişen olayların mimarlık disiplinine yansıdığını görebiliriz. Teknolojinin gelişmesi ve doğal yaşama dönüş isteği de bunlardan biridir. Mimarlık-doğa-teknoloji ilişkisi her zaman gelişen ve sürekli büyüyen bir döngüdür. Gelecek yüzyıl içerisinde bu gelişmelere bağlı olarak yapılan çalışmalar için birçok yeni kavram ortaya atılmıştır. Biyo-Dijital tasarım bu kavramlardan biri olup, çalışma içeriğini oluşturmaktadır. Biyo-Dijital tasarımla oluşturulan mimari ve tasarım formları; biyolojik, dijital, kavramsal ve form tasarım kararları olarak analiz edilmiş; bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik sistemler olarak dört farklı grupta karşılaştırılmalı olarak incelenerek 21.yüzyıl ve gelecek mimarisi adına araştırma alanlarını tanımlamak ve geliştirerek disiplinler çalışma ortamlarına katkı yapmak amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmanın daha iyi algılanabilmesi adına çalışma strüktürü şu şekilde oluşturulmuştur; literatür taramaları, örneklem grubunun belirlenmesi, çalışma amacına bağlı olarak analiz kararlarının tespiti ve değerlendirilmesi gibi aşamalardır.

Biyo-dijital tasarımla oluşturulan örneklerin analiz kriterlerine göre incelenerek dört başlık altında değerlendirilmesi ile elde edilen bilgilere göre ortaya çıkan sonuçlar aşağıdaki gibi ifade edilerek açıklanmıştır.

- 21. yüzyıl mimarisi içerisinde biyo-dijital tasarım yaklaşımı hala araştırılmaya devam eden bir konu olduğu ve farklı disiplinlerle ortak çalışmalar yürüterek geliştirildiğini gözlemlenmektedir. Bu bağlamda geleceğe yönelik çalışmalar için önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

- Biyo-dijital tasarım; Ek Tablo 7’de tarihsel süreç içerisinde formun gelişimi incelendiğinde, sadece günümüzden etkilenen bir kavram olmadığı, zamana bağlı değişim süreci içerisinde geçmişten gelen verilerden de yararlandığı görülmektedir. Düşünsel alt yapısının temel kaynağının “doğa” olması bunun en açık örneğidir. Doğanın tarihsel

süreçler içerisinde en önemli bilgi ve enerji kaynağı olması haricinde birçok düşünür, bilim ve sanat insanına ilham kaynağı olması günümüzde hala devam etmektedir.

- Biyo-dijital tasarım; günümüz problemlerine ve gelecekte öngörülecek olan felaketslere çözüm olabilecek alternatif üretimler arayan bir araştırmadır. Çalışmanın kaynağı olarak doğayı baz alarak, doğayı kullanma veya taklit etmenin ötesinde, doğayı öğrenme ve anlamayı hedefler. Bu nedenle farklı disiplinlerle çalışmalar yürüterek gerek araştırma laboratuvarları olsun gerekse bilgisayar programları olsun tasarıma farklı araçlar ekleyerek etkileşimi görmeyi amaçlar. Böylece doğa için neyin daha iyi olacağını, nasıl doğayı iyileştirip daha iyi geliştirebilir düşüncesi hep temel noktadır.

- Doğayı baz alan biyo-dijital tasarımın asıl tasarım araçları dijital sistemlerdir. Gelişen teknoloji; hem var olan nesnelere daha tanımamıza imkan tanıyacak sistemleri geliştirir hem de üretim ve geliştirilmesinde yardımcı olur. Daha karmaşık algılanması zor olan düzenlerin çözümlenmesinde yardımcı olan dijital tasarım araçları; analiz programları, çizim programları, 3 boyut ve görselleştirme programları, hesaplama programları, 3 boyutlu yazıcılar ve robotik kollar gibi hem tasarım sürecine hem de üretim sürecine katkı sağlamaktadır. böylece disiplinler çalışma alanları oluşturularak tasarlanan formun çevreyle ilişkisinin sonuçlarına somut verilerle ulaşabilip, deneyimleme şansı yakalanır.

- Biyolojik ve dijital sistemler ışığında geliştirilen biyo-dijital tasarım; günümüz çalışma konusu olsa da asıl olarak geleceğe yönelik araştırmalar içerisinde yer almaktadır. Dünyadaki yaşam şartlarının zorlaşması, doğal dengenin bozulması gibi durumlar alternatif yaşam alanları ihtiyacını doğurmaktadır. Özellikle 2000'li yıllardan günümüze kadar gelişen teknolojik olaylar; dünya dışı yaşam alanlarına ilginin artmasına neden olmuştur. Bu durum yaşam için gerekli olan mimari koşulların sağlanabilmesi için daha çok çalışmalar yapılmaktadır. Dünya dışı yaşam şartlarında üretimin zor olması; dijital sistemlerin geliştirilme ihtiyacına karşılık birçok çalışma gerçekleştirilmektedir.

- Dünya dışı yaşam alanları oluşturabilme ve doğal felaketlerin önlenilme durumunun doğadaki sistemlerin işleyiş mekanizması, ilkeleri ve düzenini öğrenip uygulayabilmek çözüm olarak görülmektedir. Günümüz teknolojisiyle bu durum hem öğrenme hem de geliştirilerek dinamik bir süreç içerisinde ilişkişel bir dönüşüm içindedir.

Biyo-dijital tasarımlar içerisinde tüm bu gelişmeler ışığında biyolojik ve dijital sistemler incelenerek tasarım süreci irdelenmiştir. Biyolojik sistemler içerisinde farklı

organizma gruplarının olması alternatifli tasarım sonuçlarına ulaşılmasını sağlamaktadır. Biyolojik sistemler; bitkisel, hayvansal, topografik ve genetik sistemler olarak dört başlıkta incelenmiş ve örneklem grubu da bu başlıklar altında toplanmıştır. Organizma türleri biyolojik, dijital, kavramsal ve form tasarım kararları kriterlerine göre analiz edilmiştir. Bu analizler ışığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

- Biyo-dijital tasarımlarda bitkisel sistemlerden esinlenilerek oluşturulan tasarımlar biçimsel olarak benzer bir yaklaşım içindedir. Var olan türün geometrik yapısını farklı dijital tasarım yöntemleri ile ele alınarak yeniden yorumlanması ve bitkisel türe ait malzeme, strüktür ve işlev gibi özelliklerin tasarıma aktarılması yoğunluklu olarak tercih edilen bir tür olduğunu göstermektedir.

- Bitkisel türlerin geliştirilebilir ve çoğalabilir yapısı; araştırma konularında en çok ilgi duyulan alanlardan biridir. Aynı zamanda malzeme açısından alternatif üretimlere destek sağlayacak alt yapısının bulunması, geleceğe yönelik tasarımlarda etkili bir tasarım alanı olacağı öngörülmektedir. Biçimsel olarak, dijital tasarım araçları sayesinde birçok varyasyon ortaya koyulmaktadır. Değişen koşullara bağlı olarak değişebilen, dönüşebilen sistemler olan bitkisel türler; biyo-dijital tasarımla yeni form arayışına temel kaynak olmaktadır.

- Hayvansal sistemler; biyo-dijital tasarımın biyolojik sistemler başlığı altındaki başlıklardan biridir. Geçmişten günümüze hayvansal organizmalar gözlemlenerek öğrenilmeye çalışılmıştır. Biyo-dijital tasarımlarda ise bu durum daha işlevsel çözümler üretmek, öğrenebilmek ve koruyabilmek amaçlı geliştiği için organizmaların çevreyle ve birbirleriyle ilişkileri de sorgulanmaktadır. Bu nedenle analiz kriterleri içerisinde yer alan biyolojik sistem yaklaşımları içerisindeki davranış düzeyi alt başlığı; biyolojik türlerin çevresine karşı gösterdiği tavır ve davranışın tasarımlara aktarılma derecesini irdelenmesi sonucu formun tavır özelliği kazanmasıyla çevresiyle kurduğu ilişkinin arttığı görülmektedir.

- Hayvansal sistem örneklerinde de görüldüğü gibi her bir farklı türün sergilemiş olduğu davranış farklılaşmaktadır. Bu durum analiz edildiğinde elde edilen sonuçların çeşitliliği ise tasarım ve form alternatiflerinin üretimi konusunda sınırsız ürünler ortaya koyulabileceğini göstermektedir. Ayrıca bitkisel türlerdeki gibi hayvansal türlerde de strüktür ve malzeme arayışlarına kaynak olabilecek verilerin varlığı görülmektedir.



- Topografik sistemler; biçimsel özellikleri baskın ve dış etmenlerle sürekli değişim dinamizmi olan sistemlerdir. Analizler irdelendiğinde tasarım kriterleri içerisinde formun algılanabilirliği en yüksek düzeyde etki eden kavramlarla ilişkili olduğu görülmektedir. Topografik sistemlerden esinlenilerek tasarlanan örneklerin formlarında akışkanlık, dinamizm, dokusallık gibi fiziksel ölçütleri belirgin ve algılanabilirliği yüksek yapılar olması nedeniyle tercih edilmektedir.

- Topografik sistemlerden elde edilen veriler ışığında doğal biçimlerin hangi etkilerle hangi düzeyde biçimlendiği verisine dijital tasarım araçları sayesinde ulaşılabilir. Bu durum dünya dışı yaşam alanları araştırmaları veya alternatif alanlar için o bölgeye uyumlu ve çevresel veriler dahilinde nasıl bir tasarım ve çözüm üretilmesi gerektiği bilgisine ulaşılabilir. Bu çalışma; gelecek için önemli bir veri kaynağı olacaktır.

- Genetik sistemler; analiz kriterlerinin değerlendirilmesi sonucunda biçimsel, işlevse, malzeme gibi yeni arayışları dahilinde olunan tasarım elemanlarına kendi işleyiş özelliklerinden “değişim” eyleminin forma yansıtıldığı görülmektedir. Biyo-dijital tasarımlarda değişim durumu istenilen bir özelliktir. Zamana bağlı olarak değişen ihtiyaçlara ve şartlara göre tepki verebilen formların tercihi arttığı görülmektedir.

- Genetik sistemlerde baskın özelliklerin seçilerek diğer genlere aktarım özelliğinin tasarımsal karşılığı olan dinamizm etkisi hem biçimsel, hem de işlevsel olarak forma etkisinin düzeyinin farklı olduğu görülmektedir. Bu durum; herhangi olumsuz şartlar altında mimari ürünlerin çevresel dirençleri olup, gelişim gösterebilecek özelliklerin olması istenilen bir durumdur.

Bu çalışma kapsamında günümüz ve gelecek üzerine araştırılan başta mimarlık ve tasarım alanı olmak üzere ilişkili olduğu diğer disiplinlerin çalışma alanlarının geliştirilmesi adına bazı öneriler sunulmuştur:

- Biyo-dijital tasarım; Ek Tablo 9’da biyolojik sistemler ile formun ilişkinin gösterilmiş olup, yeni form arayışına organizma türlerinin verileri ışığında dijital sistemlerin yardımıyla çözüm olabilir.

- Biyo-dijital tasarımla; doğayı öğrenerek teknolojiyi kullanarak alternatif yaşam alanları arayışlarına çözüm üretebilecek güncel verileri değerlendiren işlevsel, estetik ve kendi sistemi olan çözümler üretebilir. Bu durum mimari formun sürekli etkileşim içinde

olası durumlara çözüm olabilecek bir canlı organizma gibi dönüşüm geçirmesini sağlayarak aktif bir tasarım oluşturulabilir.

- Organizmalardan elde edilen ürünlerden bir olan yeni malzemeler; doğadaki yaşam şartlarına göre uyumluluk sağlayabilen ve kendine ait özellikler barındırmasından dolayı; yenilebilir, değişebilir, tepki gösterebilir malzemeler üretilebilir. Bu durum hem formu etkiler hem de çevreyle kurulan ilişki düzeyini etkileyerek doğaya zarar vermeyen üretimler sağlanabilir.

- Doğayı öğrenmeyi, kullanmayı ve tanımayı sağlayan bu sistemler; araştırma süresince doğanın neden bu kadar tahrip olduğu nelerin yanlış yapıldığı konusunda da bize yardımcı olabilecek veriler sunabilir.

- Küresel iklim değişikliği, çevresel kirlilik, besin kaynaklarının azalması ve doğal dengenin bozulmasıyla yaşam kaynaklarının da azalması nedeniyle yaşanan birçok soruna çözüm bulması hedeflenen bu yeni yaklaşım; disiplinler bir çalışma alanı olduğu için birçok fiziksel etmene karşı önlem alınabilir, çözümler üretilebilir.

- Dünya dışı yaşam araştırmaları için özellikle marsta yapılan araştırmalarda; marsın şartlarına göre doğadan öğrenilen düzenlerden yola çıkılarak tasarlanan ve çözüm olacağı ön görülen fikirlerin biyo-dijital tasarımla benzeştiği ve ilişkili olduğu görülmektedir. Bu nedenle yaşam için gerekli olan enerji döngüleri ve fiziksel şartların oluşmasına destek verebilir.

- Dijital tasarım araçlarının yanı sıra malzemeye bağlı dijital üretim araçlarının da gelişimine destek veren biyo-dijital tasarım; özellikle robotik kollar ve yazılımlar için çalışma alanlarından biri olarak eşsiz bir üretim kaynağı olabilir.

- Biyo-dijital tasarımla oluşturulacak örneklerin biyolojik ve dijital sistemleri için ilişkiyel çalışma alanları oluşturulacak hem eğitim hem de araştırma çalışmaları için üniversitelerde tasarım laboratuvarlarının kurulumu yapılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ahmed, M. M. G., 2015. Bio-Digital Morphogenesis in Architecture, Alexandria University, Mısır.
- Akipek, F. Öz. ve İnceoğlu, N., 2007. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları, Megaron YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi, İstanbul.
- Aksoy, Ö., 1977. Biçimlendirme, Karadeniz Teknik Üniversitesi Genel Yayın Sayısı: 83, İnşaat ve Mimarlık Fakültesi Yayın Sayısı: 29, Trabzon.
- Andritsos, F. ve Juan, P. P., 2000. The Automation and Integration of Production Processes In Shipbuilding, European Commission Joint Research Centre, Institute for Systems, Informatics & Safety, Dg Enterprise, Unit E.6.
- Arslan Selçuk, S. ve Gönenç Sorguç, A., 2007. Mimarlık Tasarımı Paradigmasında Biomimesis'in Etkisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 22, No 2, s:451-459, Ankara.
- Balmond, C., Element.
- Banham, R., 1960. "Theory and Design in the First Machine Age", The Architectural Press, London, s:99-127, 202-214.
- Beesley, P. ve Bonnemaision, S., 2008. On Growth and Form: Organic Architecture and Beyond, Tuns Press, Halifax.
- Bentley, P., 1999. Evolutionary Design by Computers, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- Benyus, J., 1997. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, William Morrow Company Inc. NewYork.
- Bielefeld, B. ve Khouli, S. E., 2010. Tasarım Fikirleri, YEM Yayınları, İstanbul.
- Bordan, D. ve Elzanowski, J.ve Lawrenz, C. ve Miller, D. ve Smith, A. ve Taylor, J., 2015. Mimarlık, NTV Yayınları, İstanbul.
- Bovill, C., 2000. Fractal Geometry as Design Aid, School of Architecture, University of Maryland, USA, Journal for Geometry and Graphics Volume 4, No. 1, 71-78.
- Camazine, D. F., 2001. Self- Organization in Biological Systems, Princeton University Press, Pennsylvania.
- Cestel, E. , 2000. Yüksek Yapıların Kavramsal Tasarım Sürecinde Üretken Yaklaşımlar, İTÜ FBE Bilişim Anabilim Dalı Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Tezi.
- Chiu, I. ve Shu, L. H., 2007. Biomimetic Design Through Natural Language Analysis to

Facilitate Cross-Domain Information Retrieval. Artificial Intelligence for Engineering Design. 21, 45–59 Cambridge University Press.

- Corser, R., 2010. Fabricating Architecture, Princeton Architectural Press, New York.
- Cunha, F., 2018. Parametrik Mimari ve Üretken Tasarım Sistemi, <https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/parametric-architecture-and-generative-design-system/>.
- Çağdaş, G. ve Bacınoğlu S.Z. ve Çavuşoğlu Ö.H., 2015. Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar, Mimarlık Fakültesi, İTÜ, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Dosya 35 Yayını 2015/2.
- Çelenk, A. ve Tavşan, C., 2018. Biyo-Dijital Tasarım ve Form İlişkisi, II. Mimari ve Tasarım Kongresi Bildirisi, vol.2, s. 391, Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çıltık, A., 2008. Sayısal Tasarım Kavramları ve Algoritmik Düşüncenin Mimari Tasarıma Etkileri, YTÜ, İstanbul.
- Dawkins, R., 2018. Genişletilmiş Fenotip, Alfa Yayınları, İstanbul.
- DeLanda, M., 2005. Intensive Science and Virtual Philosophy, Continuum, New York.
- DeLanda, M., 2006. Çizgisel Olmayan Tarih, Bin Yıllık Öykü, Metis, İstanbul.
- Deyoung, D. ve Hobbs, D., 2009. Discovery of Design: Searching Out Creator's Secret. Master Books, Arthansas, USA.
- Dollens, D., 2009. Architecture as Nature: A Biodigital Hypothesis, ISAST, Leonardo, Vol. 42, No. 5, pp. 412–420.
- El-Khaldi, Mahel, 2007. Mapping Boundaries of Generative Systems for Design Synthesis, Thesis, Massachusetts Institute of Technology, USA.
- Erzen, J.N., 1997. Hiyerarşi, Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, 2.cilt, 795, Yem Yayın, İstanbul.
- Estévez, A. T., 2005. 2004: Diagram of the three ages of architecture, Barcelona.
- Estévez, A. T., 2009. Biodigital Architecture, Session 19: New Design Concepts and Strategies 3 - eCAADe 27.
- Estévez, A. T., 2014. The Future of Architecture: Biodigital Architecture and Genetics, Architecture Research 2014, 4(1B): 13-20 DOI: 10.5923/s.arch.201402.02.
- Felzenszwalb, P. F., 2013. A Stochastic Grammar for Natural Shapes, arXiv:1303.2844v1
- Gözükeleş, İ., 2018. Bilişim Dünyasından/ Veri: 21. Yüzyılın Hammaddesi, Bilim ve

- Gelecek, Vol.176, İstanbul.
- Gür, Öymen, Ş., 1998. Eleştirel Yorumlarda Mimari Kavramlar-2, Yapı Dergisi 197
- Hadid, Z. ve Schumacher, P., 2002. Latent Utopias-Experiments within Contemporary Architecture, Steirischerbst, Graz.
- Hamarat, M., 2015. Anizotropi Kavramından Sayısala Dönüşümler Üzerinden Mimari Form Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.
- Harris, J., 2012. Fractal Architecture: Organic Design Philosophy in Theory and Practice, Univ. Of New Mexico Press.
- Hasol, D., 2011. Mimarlık ve Strüktür, Mimarlıkta Taşıyıcı Sistemler Sempozyumu
- Herr, C., M., 2002. Generative Architectural Design and Complexity Theory, Generative Art 2002.
- Herrmann, W. ve Semper, G., 1984. : In Search of Architecture, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Holland, J. H. 1975. Adaption in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press.
- İnan, N. ve Yıldırım, T., 2009. Mimari Tasarım Sürecinde Disipliner İlişkiler ve Eşzamanlı Dijital Ortam Tasarım Olanakları, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24 (4), 583-595.
- İnceköse, Ü., 2008. Çağdaş Mimarlık Söylemleri ve Doğabilimsel Bilgi: “Yeni” Mimarlık için “Yeni”den Bilimsel Kavramlar, Dosya: Söylem ve Mimarlık, Mimarlık Dergisi 341.
- Jencks, C., 2004. “Toward an Iconography Of the Present”, Log, No. 3, s. 101-108, Anyone Corporation.
- Jones, M., 1993. Biodesign. Industrial Design Reflection of a Century, Ed. J. Noblet, Flammarion/APCI, Paris, 283.
- Karadağ, D., 2011. Dijital Tasarım ve Üretim Araçları ile Mimaride Malzeme Kullanımının Dönüşümü, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Kibert, C., 2008. Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery, John Wiley&Sons Inc., New Jersey, USA.
- Knight, T. ve Stiny, G., 2001. Classical and Non-classical Computation, In Information Technology. Vol.5, No. 4, p.362.
- Kolarevic, B., 2003. Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, Spon Press, New York.

- Kolarevic, B.ve Malkawi, A., 2004. Performative Architecture: Beyond Instrumentality, Taylor and Francis e-Library.
- Köksal, H., 2005.,Dijital Mimarlıkta Tasarım ve Üretim Süreci, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Krawczyk, R. J., 2002. Architectural Interpretation of Cellular Automata, Illinois Institute of Technology, Generative Art, USA.
- Kutsal, A. C., 2009. Dijital Tasarım ve Üretim Tekniklerinin Mimaride Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Latham, W., 1989. Form Synth: The Rule Based The Evolution of Complex Forms for Geometric Primitives, Berlin,
- Lindsey, B., 2001. Digital Gehry, Material Resistance Digital Construction, Boston.
- Liu, Y., 2002. Defining Digital Architecture, Birkhauser, Switzerland.
- Lu, X.ve Clements-Croome, D.ve Viljanen, M., 2012. Fractal Geometry and Architecture Design: Case Study Rewiew, Chaotic Modeling and Simulation (CMSIM) 2:311-322.
- Lynn, G., 1999. Animate Form, Princeton Architectural Press, New York.
- Jabi, W., 2003. Parametric Design for Architecture Book, Wassim Jabi, Laurence King Publishing.
- Manousakis, S. , 2006. Musical L-Systems, Master's Thesis - SonologyThe Royal Conservatory, The Hague.
- Marx, J., 2000. A Proposal for Alternative Methods for Teaching Digital Design, Automation in Construction 9, 5-7.
- Marx, K., 2015. Kapital, Yordam Kitapevi, İstanbul.
- Mitcell, W. J. ve McCullough, M., 1990. Digital Design Media, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Myers, W., 2012. BioDesign: Nature Science Creativity, MoMa, New York, USA.
- Narahara, T., 2008. New Methodologies in Architectural Design Inspired by Self-Organization, ACADIA08.
- Neumann, N. J., 1963. The General and Logical Theory of Automata, in J. von Neumann, Collected Works, edited by A. H. Taub.
- Novak, M., 2005. Liquid Architecture, Territory of Information, Louisiana State University

and Architectural and Mechanical College.

Onat, E., 2010. Mimarlık, Form ve Geometri, Efil Yayınları.

Oxman, N., Laucks, J., Kayser, M., Uribe, C. D. G.ve Duro-Royo, J., Biological Computation for Digital Design and Fabrication, Chapter - Computation and Performance – eCAADe 31

Ölçer, S., 2018. Bilim ve Tasarımda Sonsuz Bir İnovasyon Kaynağı: Biyo-Taklitçilik, Bilim ve Gelecek, Vol: 176, İstanbul.

Özdemir, B.ve Önal, F., 2016. Mimari Tasarımda Sıralı Form Oluşum Diyagramları, Megaron Dergisi, 11(2):230-240.

Özsel Akipek, F., 2004. Bilgisayar Teknolojilerinin Mimarlıkta Tasarımı Geliştirme Amaçlı Kullanımları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Pak, B., 2003. Dijital Ortam Mimari Tasarım Ara Kesitinde Bir Tasarım Modeli, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.

Pawlyn, M., 2011. Biomimicry in Architecture, RIBA Publishing, London.

Poincare, H., 1946. Bilim ve Varsayım, Sayı:IV.

Portoghesi, P., 2000. Nature and Architecture, Skira Editore, Milan.

Prusinkiewicz, P. veLindenmayer, A. , 1996. The Algorithmic Beauty of Plants. Springer-Verlag, New York Inc.

Rocha, A. J. M., 2004. Architecture Theory 1960-1980, Emergence of a Computational Perspective, Massachusetts Institute of Technology, ABD.

Ruskin, J., 1990. The Seven Lamps of Architecture-1849, Dover Pub, London.

Sarıyıldız, S., 2015. Mimarlıkta Bilişim Teknolojilerinin Etkisi ve Geleceği, Yaşar Üniversitesi, dosya35: Mimarlıkta ‘Sayısal’ Fırsatlar:Bilgisayarlar Mimarlığın Neresinde?, vol.2, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Ankara.

Schrandt, R. ve Ulam, S., 1970. On Recursively Defined Geometrical Objects and Patterns of Growth, in A. Burks (ed), Essays on Cellular Automata, University of Illinois Press, Urbana, pp. 232-243.

Shadmand, S., 2015. Biçim Oluşturmada Doğadan Yararlanılarak Üretken Bir Sistemin Denenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Simon, H. A., 1969. The Sciences of the Artificial, M.I.T. Press, Cambridge.

Stiny, G., 1980. An Introduction to Shape and Shape Grammars, Environment and

- Planning B, cilt: 7, sf.343-351.
- Stiny, G., 2006. Shape: Talking About Seeing and Doing, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Stiny G ve Gips J, 1972. "Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture" in Information Processing 71 Ed. C V Freiman.
- Tavşan, C., 2000. Mimari Form Analizi için Bir Yöntem Araştırması: Çağdaş Mimarlık Akımlarına Bağlı Son Dönem Müze Yapılarında Uygulanması, Doktora Tezi, KTÜ, Trabzon.
- Thompson, D., W., 1942. On Growth and Form, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Turan, B. O., 2009. Dijital Tasarım Sürecinin Geleneksel Tasarım Stüdyosuna Etkileri, Doktora Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Turan, B. O., 2011. 21. Yüzyıl Tasarım Ortamında Süreç, Biçim ve Temsil İlişkisi, Megaron Dergisi, 6(3):162-170.
- Vermillion, J., 2005. The Digital Craftsperson: An Investigation Into Digital Tools | Processes | Craft, Ball State University Muncie, Indiana.
- Vitruvius, P., 1934. De Architectura on Architecture, Harvard University Press, Cambridge.
- Yazıcıoğlu, D. A., 2011. Bilgisayar Teknolojilerinin Günümüz Tasarım Anlayışına Olan Etkileri, dergipark, cilt:1, Sayı:2, v:331.
- Yedekçi, G. , 2015. Doğayla Tasarlamak:Biyoumimikri ve Geleceğin Mimarlığı, İstanbul.
- Yiğit, H., 2011. Mimarlıkta Dijital Ortamın Getirdiği Tektonik Değişim ve Formdaki Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Whitehead, A., N., 2017. Doğa Kavramı, Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- Wolfram, S., 1984. Cellular Automata as Models of Complexity, Nature, 311, pp. 419-424.
- Wolfram S., 2002. A New Kind of Science, Wolfram Media.
- Wrong, W., 1972. Principles of Two Dimensional Design, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Zelanski, P.ve Fisher, M. P., 1987. Shaping Space, Holt, Rinehart and Winston Inc., New York.
- URL-1, <https://www.arkitera.com/haber/geometri-mimarlik-ve-doga/> (E.T. 05.11.2019)



URL-2, <https://mimaritasarimveelestiri.wordpress.com/2012/05/24/mimarligin-dogada-cozunmesi/>(E.T. 05.11.2019)

URL-3, <https://www.naturaindomita.com/en/birding-nature-trips1/birding-trips/409-steppe-birds-of-calatrava>(E.T. 05.11.2019)

URL-4,<https://www.maxxi.art/en/events/santiago-calatrava-politica-teologia-nellarchitettura/>(E.T. 05.11.2019)

URL-5,<http://archozi.blogspot.com/2013/01/orumcek-aglarndan-ornek-alnan-mimari.html>(E.T. 05.11.2019)

URL-6, <https://www.arkitektuel.com/munih-olimpiyat-stadyumu/>(E.T. 05.11.2019)

URL-7, <https://v3.arkitera.com/g146-biomimicry.html?year=&aID=2677>(E.T. 05.11.2019)

URL-8, <https://www.bitkicenter.com/akantus-yaprasi-nedir/>(E.T. 05.11.2019)

URL-9, <http://www.antiktarih.com/2018/05/07/korinth-baslik-nedir/>(E.T. 05.11.2019)

URL- 10, <https://icd.uni-stuttgart.de/?p=18905>(E.T. 05.11.2019)

URL-11,<https://www.digitalartarchive.at/database/general/work/education-alienwithin.html>(E.T. 05.11.2019)

URL-12,<https://www.artslant.com/global/artists/show/52286-marcos-novak?tab=PROFILE>(E.T. 05.11.2019)

URL-13, <https://www.architecturaldigest.com/gallery/best-of-frank-gehry-slideshow>(E.T. 05.11.2019)

URL-14, <http://www.tdk.gov.tr/tdksozluk>(E.T. 10.11.2019)

URL-15, <https://tonkinliu.co.uk/rain-bow-gate>(E.T. 10.11.2019)

URL-16, [https://www.archdaily.com/613197/construction-of-sagrada-familia-accelerated-by-3-d-printing-technology/5512eaf7e58ecef00000f8-52544190e8e44eff020006cf\\_ad-classics-la-sagrada-familia-antoni-gaudi\\_sfpasiao-jpg](https://www.archdaily.com/613197/construction-of-sagrada-familia-accelerated-by-3-d-printing-technology/5512eaf7e58ecef00000f8-52544190e8e44eff020006cf_ad-classics-la-sagrada-familia-antoni-gaudi_sfpasiao-jpg)(E.T. 10.11.2019)

URL-17, <https://mg2.com/insights/exploring-influence-future-parametric-design/>(E.T. 10.11.2019)

URL-18, [www.mh-portfolio.com](http://www.mh-portfolio.com)(E.T. 10.11.2019)

URL-19, [www.mh-portfolio.com](http://www.mh-portfolio.com)(E.T. 10.11.2019)

URL-20, <https://www.dezeen.com>(E.T. 10.11.2019)

URL-21, <https://www.ariklevy.fr/>(E.T. 10.11.2019)

URL-22, <http://www.evolo.us/catalyst-hexshell-matsys/>(E.T. 10.11.2019)

URL-23, <https://www.birdizaynmeselesi.com/index.php/2018/01/02/doganin-mimarlarive-ortaya-cikardiklari-eserleri/> (E.T. 22.11.2018)

URL-24,

<https://www.google.com.tr/url?sa=i&source=imgres&cd=&ved=2ahUKEwiOite01efeAhUEUBoKHAdfA-wQjxx6BAgBEAI&url=http%3A%2F%2Fwww.hararennews.co.zw%2F2014%2F05%2Fw-hats-that-building-eastgate-mall%2F&psig=AOvVaw1aiboZAgESvODekB6LnMd&ust=1542964658644128> (E.T. 22.11.2018)

URL-25, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Evrimsel\\_algoritma](https://tr.wikipedia.org/wiki/Evrimsel_algoritma)(E.T. 10.11.2019)

URL-26, <https://www.fosterandpartners.com/projects/city-hall/#development>(E.T. 10.11.2019)

URL-27, <http://www.newitalianblood.com/showt.pl?id=42>(E.T. 10.11.2019)

URL-28, [https://www.researchgate.net/figure/Left-Visitors-interacting-with-the-NSA-Muscle-sensor-nodes-at-the-Centre-Pompidou\\_fig2\\_220851112](https://www.researchgate.net/figure/Left-Visitors-interacting-with-the-NSA-Muscle-sensor-nodes-at-the-Centre-Pompidou_fig2_220851112) (E.T. 11.11.2019)

URL-29, <http://www.studiolynn.at/work/studio.html>(E.T. 11.11.2019)

URL-30, <http://www.studiolynn.at/work/studio.html>(E.T. 11.11.2019)

URL-31, <http://www.evolo.us/merging-cinema-with-architecture/>(E.T. 11.11.2019)

URL-32, <https://www.designboom.com/architecture/greg-lynn-korean-presbyterian-church-of-new-york/>(E.T. 11.11.2019)

URL-33, [http://geneticarchitectures.weebly.com/research\\_group.html](http://geneticarchitectures.weebly.com/research_group.html)(E.T. 11.11.2019)

URL-34, <https://icd.uni-stuttgart.de/?p=22271>(E.T. 11.11.2019)

URL-35, <http://www.exodesic.org/>(E.T. 11.11.2019)

URL-36, <https://www.pinterest.fr/pin/365073113542991303/>(E.T. 11.11.2019)

URL-37, <https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/parametric-architecture-and-generative-design-system/>(E.T. 11.11.2019)

URL-38, <https://www.arkitera.com/haber/ouchhh-gobeklitepe-verilerinden-urettigi-eserle-mori-art-museumdaki-sergiye-katiliyor/>(E.T. 11.11.2019)

URL-39, <https://www.designboom.com/art/ouchhh-ai-monolith-sculpture-datamonolith-12-04-2019/>(E.T. 11.11.2019)

URL-40, [https://worldarchitecture.org/articles/cghnf/unique\\_futuristic\\_architecture\\_is\\_reimagined\\_in\\_roman\\_vlasov\\_s\\_architectural\\_visuals.html](https://worldarchitecture.org/articles/cghnf/unique_futuristic_architecture_is_reimagined_in_roman_vlasov_s_architectural_visuals.html)(E.T. 11.11.2019)

URL-41, <https://theinspirationgrid.com/more-striking-architectural-concepts-by-roman-vlasov/>(E.T. 11.11.2019)

URL-42, <https://luwanarch.wordpress.com/>(E.T. 11.11.2019)

URL-43, <https://fineartamerica.com/featured/leonardo-da-vinci-antique-flying-machine-under-parchment-a-nenad-cerovic.html>(E.T. 12.11.2019)

URL-44, <https://m.ipekelsanatlari.com/tr/koza-cicegi-nedir>(E.T. 12.11.2019)

URL-45, <https://www.arkitera.com/haber/her-sey-bir-metaforla-basladi/>(E.T. 12.11.2019)

URL-46, <http://object-e.net/research/cellular-structures>(E.T. 12.11.2019)

URL-47, <https://www.arkitera.com/soylesi/kendiligindenlik-mimarlik-pratigi-icin-neler-vaad-ediyor/>(E.T. 12.11.2019)

URL-48, <https://sozluk.gov.tr/?kelime=D%C4%B0NAM%C4%B0ZM>(E.T. 12.11.2019)

URL-49, <https://archidose.tumblr.com/post/68767083059/competition-for-a-virtual-house-1997-peter>(E.T. 12.11.2019)

URL-50, <https://mcburry.net/aegis-hyposurface/>(E.T. 12.11.2019)

URL-51, <https://vogue.com.tr/metropol/mimari-tasarim-ve-doga-arasindaki-akici-diyalog-conifera>(E.T. 12.11.2019)

URL-52, <http://article.sapub.org/10.5923.s.arch.201402.02.html>(E.T. 12.11.2019)

URL-53, <https://www.scribd.com/document/39941399/Arcitecture-as-Nature-A-Bio-Digital-Hypothesis-Dennis-Dollens-leon-2009-42-5>(E.T. 12.11.2019)

URL-54, <https://www.scribd.com/document/39941399/Arcitecture-as-Nature-A-Bio-Digital-Hypothesis-Dennis-Dollens-leon-2009-42-5>(E.T. 12.11.2019)

URL-55, <http://www.evolo.us/music-pavilion-embraces-the-production-of-monstrosity-and-the-grotesque/>(E.T. 12.11.2019)

URL-56, <https://csb.gov.tr/anit-agaclar-makale>(E.T. 12.11.2019)

URL-57, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917305917>(E.T. 12.11.2019)

URL-58, <http://www.evolo.us/manhattan-of-the-desert/>(E.T. 12.11.2019)

URL-59, <https://www.bilgiustam.com/bitki-kknde-emilme/>(E.T. 12.11.2019)

URL-60, <http://www.evolo.us/lotus-skyscraper-urban-water-security-in-megacities/>(E.T. 12.11.2019)

URL-61, <https://www.yesimguralp.com/lotus-cicegi-ne-anlama-geliyor/>(E.T. 12.11.2019)

URL-62, <https://federicoborello.com/2014/10/09/bioclاد-adaptive-biodigital-cladding-system/>(E.T. 12.11.2019)

URL-63, <http://alger.biyokimyalab.org/calisma-grubu-primer-alg-teshisi/>(E.T. 12.11.2019)

URL-64, <http://www.evolo.us/biodigital-processes-in-architecture-new-library-in-florence/>(E.T. 12.11.2019)

URL-65, <https://www.alternatifterapi.com/icerik/mercan-gunesten-korunmanin-sirri-olabilir>(E.T. 12.11.2019)

URI-66, <http://www.ecologicstudio.com/v2/index.php>(E.T. 12.11.2019)

URL-67, <https://www.archdaily.com/384271/silk-pavilion-mit-media-lab>(E.T. 12.11.2019)

URL-68, <https://www.designindaba.com/articles/creative-work/living-canopy-changes-its-appearance-throughout-day>(E.T. 12.11.2019)

URL-69, [http://www.jennysabin.com/projects\\_featured](http://www.jennysabin.com/projects_featured)(E.T. 12.11.2019)

URL-70, [http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/renk-degistirme-nasil-gercekleiyor](http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/renk-degistirme-nasil-gercekleliyor)(E.T. 12.11.2019)

URL-71, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917305917>(E.T. 12.11.2019)

URL-72, <https://www.archipanic.com/portfolio/bio-digital-architecture/>(E.T. 13.11.2019)

URL-73, <https://urbanmorphogenesislab.com/fibrous-xenoderma>(E.T. 13.11.2019)

URL-74, <https://tr.sputniknews.com/yasam/201907021039539542-kesfedilen-orumcek-turune-karl-lagerfeldin-ismi-verildi-gozleri-cok-benziyor/>(E.T. 13.11.2019)

URL-75, <http://biodigitalarchitecturaldesign.blogspot.com/>(E.T. 13.11.2019)

URL-76, <https://www.natgeokids.com/au/discover/animals/sea-life/jellyfish-facts/>(E.T. 13.11.2019)

URL- 77, [https://www.dezeen.com/2018/10/05/neri-oxman-fiberbots-mediated-matter-lab-mit-architectural-structures/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2018/10/05/neri-oxman-fiberbots-mediated-matter-lab-mit-architectural-structures/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)(E.T. 13.11.2019)

URL-78, <https://www.lafsozluk.com/2018/08/termit-nedir-ne-demektir-kisaca-anlami.html>(E.T. 13.11.2019)

URL-79, <http://www.suckerpunchdaily.com/2012/12/17/findmerge/>(E.T. 13.11.2019)

URL-80,[https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g12710745-d4154155-r607103008-Karaca\\_Cave-Torul\\_Gumushane\\_Province.html](https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g12710745-d4154155-r607103008-Karaca_Cave-Torul_Gumushane_Province.html)(E.T. 13.11.2019)

URL-81, <http://object-e.net/research/surfacetension>(E.T. 13.11.2019)

URL-82,<https://graphics.stanford.edu/courses/cs348b-competition/cs348b-03/sanddunes/>(E.T. 14.11.2019)

URL-83, <http://www.evolo.us/mountain-band-aid/>(E.T. 14.11.2019)

URL-84, <https://gazetekarinca.com/2019/09/beyaz-dag-buzullarinda-cokme-tehlikesi/>(E.T. 14.11.2019)

URL-85, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/muradiye-selalesi-cevresiyle-de-ziyaretcilerini-buyuleyecek/1248674>(E.T. 14.11.2019)

- URL- 86, <http://www.evolo.us/waterfall-skyscraper/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-87, <http://www.evolo.us/center-for-glaciology-is-liquid-in-form/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-88, <https://www.webtekno.com/antarktika-nin-gizemli-buz-delikleri-sonunda-anlam-kazandi-h70257.html>(E.T. 14.11.2019)
- URL-89, <http://www.evolo.us/oxymoron-skyscraper-topology-optimization-strategies-of-computational-aesthetics/>(E.T. 14.11.2019)
- URL- 90, <http://futurearchitectureplatform.org/projects/f46c1576-70ef-4cb2-9847-7ee829c34688/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-91, <http://www.evolo.us/anamorphic-carcases-memorials-of-waste/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-92, <https://www.turkiyegazetesi.com.tr/fotogaleri/etna-lav-puskurtmeye-devam-ediyor-5160.aspx?O=5>
- URL-93, <http://www.michael-hansmeyer.com/digital-grotesque-I>(E.T. 14.11.2019)
- URL- 94, <https://www.ekopangea.com/2017/09/05/magara/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-95, <https://estevez.wordpress.com/2014/01/05/bio-digital-architecture-genetics/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-96,<http://www.evolo.us/house-of-the-future-inspired-by-the-matrix/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-97, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0017931009000210>(E.T. 14.11.2019)
- URL-98, <http://www.evolo.us/dancing-water-pavilion-in-seoul-korea>(E.T. 14.11.2019)/
- URL-99,<http://albertotestevez.blogspot.com/2014/01/digital-architecture.html>(E.T. 14.11.2019)
- URL-100, <https://www.archdaily.com/913656/neuron-pod-all-design> (E.T. 14.11.2019)
- URL- 101, <https://www.verywellmind.com/what-is-a-neuron-2794890>(E.T. 14.11.2019)
- URL-102,<http://www.evolo.us/new-gateway-structure-for-brunel-university-minimaforms/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-103, <https://www.popsci.com/science/article/2012-12/stem-cell-surgery-led-bones-growing-patients-eye/>(E.T. 14.11.2019)
- URL-104, <http://object-e.net/research/cellular-structures>(E.T. 14.11.2019)
- URL-105,<https://www.kent.ac.uk/courses/postgraduate/1236/cell-biology>(E.T. 14.11.2019)

URL-106, <http://portfolios.pratt.edu/gallery/33766452/Biochemica-the-living-city-of-the-future>(E.T. 14.11.2019)

URL-107, <https://www.york.ac.uk/study/undergraduate/courses/mbiol-molecular-cell-biology/>(E.T. 14.11.2019)



## 7. EKLER

Ek Tablo 1. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Biyolojik Sistem Grubu Tanıtım Kartı

<b>Esinlenen Biyolojik Tür</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			<b>Genel Bilgiler:</b>
<b>No:</b>	<b>Proje Adı:</b>	<b>Tasarımcı:</b>	<b>Tür:</b>
			<b>Dijital Yöntem:</b>
<b>Esinlenen Biyolojik Tür</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			<b>Genel Bilgiler:</b>
<b>No:</b>	<b>Proje Adı:</b>	<b>Tasarımcı:</b>	<b>Tür:</b>
			<b>Dijital Yöntem:</b>
<b>Esinlenen Biyolojik Tür</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım</b>
			<b>Genel Bilgiler:</b>
<b>No:</b>	<b>Proje Adı:</b>	<b>Tasarımcı:</b>	<b>Tür:</b>
			<b>Dijital Yöntem:</b>



## 6. KAYNAKLAR

- Ahmed, M. M. G., 2015. Bio-Digital Morphogenesis in Architecture, Alexandria University, Mısır.
- Akipek, F. Öz. ve İnceoğlu, N., 2007. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları, Megaron YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi, İstanbul.
- Aksoy, Ö., 1977. Biçimlendirme, Karadeniz Teknik Üniversitesi Genel Yayın Sayısı: 83, İnşaat ve Mimarlık Fakültesi Yayın Sayısı: 29, Trabzon.
- Andritsos, F. ve Juan, P. P., 2000. The Automation and Integration of Production Processes In Shipbuilding, European Commission Joint Research Centre, Institute for Systems, Informatics & Safety, Dg Enterprise, Unit E.6.
- Arslan Selçuk, S. ve Gönenç Sorguç, A., 2007. Mimarlık Tasarımı Paradigmasında Biomimesis'in Etkisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 22, No 2, s:451-459, Ankara.
- Balmond, C., Element.
- Banham, R., 1960. "Theory and Design in the First Machine Age", The Architectural Press, London, s:99-127, 202-214.
- Beesley, P. ve Bonnemaision, S., 2008. On Growth and Form: Organic Architecture and Beyond, Tuns Press, Halifax.
- Bentley, P., 1999. Evolutionary Design by Computers, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- Benyus, J., 1997. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, William Morrow Company Inc. New York.
- Bielefeld, B. ve Khouli, S. E., 2010. Tasarım Fikirleri, YEM Yayınları, İstanbul.
- Bordan, D. ve Elzanowski, J.ve Lawrenz, C. ve Miller, D. ve Smith, A. ve Taylor, J., 2015. Mimarlık, NTV Yayınları, İstanbul.
- Bovill, C., 2000. Fractal Geometry as Design Aid, School of Architecture, University of Maryland, USA, Journal for Geometry and Graphics Volume 4, No. 1, 71-78.
- Camazine, D. F., 2001. Self- Organization in Biological Systems, Princeton University Press, Pennsylvania.
- Cestel, E. , 2000. Yüksek Yapıların Kavramsal Tasarım Sürecinde Üretken Yaklaşımlar, İTÜ FBE Bilişim Anabilim Dalı Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Tezi.

- Chiu, I. ve Shu, L. H., 2007. Biomimetic Design Through Natural Language Analysis to Facilitate Cross-Domain Information Retrieval. *Artificial Intelligence for Engineering Design*. 21, 45–59 Cambridge University Press.
- Corser, R., 2010. *Fabricating Architecture*, Princeton Architectural Press, New York.
- Cunha, F., 2018. Parametrik Mimari ve Üretken Tasarım Sistemi, <https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/parametric-architecture-and-generative-design-system/>.
- Çağdaş, G. ve Bacınoğlu S.Z. ve Çavuşoğlu Ö.H., 2015. Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar, Mimarlık Fakültesi, İTÜ, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Dosya 35 Yayını 2015/2.
- Çelenk, A. ve Tavşan, C., 2018. Biyo-Dijital Tasarım ve Form İlişkisi, II. Mimari ve Tasarım Kongresi Bildirisi, vol.2, s. 391, Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çıltık, A., 2008. Sayısal Tasarım Kavramları ve Algoritmik Düşüncenin Mimari Tasarıma Etkileri, YTÜ, İstanbul.
- Dawkins, R., 2018. *Genişletilmiş Fenotip*, Alfa Yayınları, İstanbul.
- DeLanda, M., 2005. *Intensive Science and Virtual Philosophy*, Continuum, New York.
- DeLanda, M., 2006. *Çizgisel Olmayan Tarih*, Bin Yıllık Öykü, Metis, İstanbul.
- Deyoung, D. ve Hobbs, D., 2009. *Discovery of Design: Searching Out Creator's Secret*. Master Books, Arthansas, USA.
- Dollens, D., 2009. *Architecture as Nature: A Biodigital Hypothesis*, ISAST, Leonardo, Vol. 42, No. 5, pp. 412–420.
- El-Khaldi, Mahel, 2007. *Mapping Boundaries of Generative Systems for Design Synthesis*, Thesis, Massachusetts Institute of Technology, USA.
- Erzen, J.N., 1997. Hiyerarşi, *Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi*, 2.cilt, 795, Yem Yayın, İstanbul.
- Estévez, A. T., 2005. 2004: *Diagram of the three ages of architecture*, Barcelona.
- Estévez, A. T., 2009. *Biodigital Architecture*, Session 19: *New Design Concepts and Strategies 3 - eCAADe 27*.
- Estévez, A. T., 2014. *The Future of Architecture: Biodigital Architecture and Genetics*, *Architecture Research 2014*, 4(1B): 13-20 DOI: 10.5923/s.arch.201402.02.
- Felzenszwalb, P. F., 2013. *A Stochastic Grammar for Natural Shapes*, arXiv:1303.2844v1

- Gözükeleş, İ., 2018. Bilişim Dünyasından/ Veri: 21. Yüzyılın Hammaddesi, Bilim ve Gelecek, Vol.176, İstanbul.
- Gür, Öymen, Ş., 1998. Eleştirel Yorumlarda Mimari Kavramlar-2, Yapı Dergisi 197
- Hadid, Z. ve Schumacher, P., 2002. Latent Utopias-Experiments within Contemporary Architecture, Steirischerbst, Graz.
- Hamarat, M., 2015. Anizotropi Kavramından Sayısala Dönüşümler Üzerinden Mimari Form Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.
- Harris, J., 2012. Fractal Architecture: Organic Design Philosophy in Theory and Practice, Univ. Of New Mexico Press.
- Hasol, D., 2011. Mimarlık ve Strüktür, Mimarlıkta Taşıyıcı Sistemler Sempozyumu
- Herr, C., M., 2002. Generative Architectural Design and Complexity Theory, Generative Art 2002.
- Herrmann, W. ve Semper, G., 1984. : In Search of Architecture, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Holland, J. H. 1975. Adaption in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press.
- İnan, N. ve Yıldırım, T., 2009. Mimari Tasarım Sürecinde Disipliner İlişkiler ve Eşzamanlı Dijital Ortam Tasarım Olanakları, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24 (4), 583-595.
- İnceköse, Ü., 2008. Çağdaş Mimarlık Söylemleri ve Doğabilimsel Bilgi: “Yeni” Mimarlık için “Yeni”den Bilimsel Kavramlar, Dosya: Söylem ve Mimarlık, Mimarlık Dergisi 341.
- Jencks, C., 2004. “Toward an Iconography Of the Present”, Log, No. 3, s. 101-108, Anyone Corporation.
- Jones, M., 1993. Biodesign. Industrial Design Reflection of a Century, Ed. J. Noblet, Flammarion/APCI, Paris, 283.
- Karadağ, D., 2011. Dijital Tasarım ve Üretim Araçları ile Mimaride Malzeme Kullanımının Dönüşümü, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Kibert, C., 2008. Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery, John Wiley&Sons Inc., New Jersey, USA.
- Knight, T. ve Stiny, G., 2001. Classical and Non-classical Computation, In Information Technology. Vol.5, No. 4, p.362.

- Kolarevic, B., 2003. *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, Spon Press, New York.
- Kolarevic, B.ve Malkawi, A., 2004. *Performative Architecture: Beyond Instrumentality*, Taylor and Francis e-Library.
- Köksal, H., 2005., *Dijital Mimarlıkta Tasarım ve Üretim Süreci*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Krawczyk, R. J., 2002. *Architectural Interpretation of Cellular Automata*, Illinois Institute of Technology, Generative Art, USA.
- Kutsal, A. C., 2009. *Dijital Tasarım ve Üretim Tekniklerinin Mimaride Kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Latham, W., 1989. *Form Synth: The Rule Based The Evolution of Complex Forms for Geometric Primitives*, Berlin,
- Lindsey, B., 2001. *Digital Gehry, Material Resistance Digital Construction*, Boston.
- Liu, Y., 2002. *Defining Digital Architecture*, Birkhauser, Switzerland.
- Lu, X.ve Clements-Croome, D.ve Viljanen, M., 2012. *Fractal Geometry and Architecture Design: Case Study Rewiew, Chaotic Modeling and Simulation (CMSIM) 2:311-322.*
- Lynn, G., 1999. *Animate Form*, Princeton Architectural Press, New York.
- Jabi, W., 2003. *Parametric Design for Architecture Book*, Wassim Jabi, Laurence King Publishing.
- Manousakis, S. , 2006. *Musical L-Systems*, Master's Thesis - SonologyThe Royal Conservatory, The Hague.
- Marx, J., 2000. *A Proposal for Alternative Methods for Teaching Digital Design*, *Automation in Construction* 9, 5-7.
- Marx, K., 2015. *Kapital*, Yordam Kitapevi, İstanbul.
- Mitcell, W. J. ve McCullough, M., 1990. *Digital Design Media*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Myers, W., 2012. *BioDesign: Nature Science Creativity*, MoMa, New York, USA.
- Narahara, T., 2008. *New Methodologies in Architectural Design Inspired by Self-Organization*, ACADIA08.
- Neumann, N. J., 1963. *The General and Logical Theory of Automata*, in J. von Neumann, *Collected Works*, edited by A. H. Taub.

- Novak, M., 2005. Liquid Architecture, Territory of Information, Louisiana State University and Architectural and Mechanical College.
- Onat, E., 2010. Mimarlık, Form ve Geometri, Efil Yayınları.
- Oxman, N., Laucks, J., Kayser, M., Uribe, C. D. G.ve Duro-Royo, J., Biological Computation for Digital Design and Fabrication, Chapter - Computation and Performance – eCAADe 31
- Ölçer, S., 2018. Bilim ve Tasarımda Sonsuz Bir İnovasyon Kaynağı: Biyo-Taklitçilik, Bilim ve Gelecek, Vol: 176, İstanbul.
- Özdemir, B.ve Önal, F., 2016. Mimari Tasarımda Sıralı Form Oluşum Diyagramları, Megaron Dergisi, 11(2):230-240.
- Özsel Akipek, F., 2004. Bilgisayar Teknolojilerinin Mimarlıkta Tasarımı Geliştirme Amaçlı Kullanımları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Pak, B., 2003. Dijital Ortam Mimari Tasarım Ara Kesitinde Bir Tasarım Modeli, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.
- Pawlyn, M., 2011. Biomimicry in Architecture, RIBA Publishing, London.
- Poincare, H., 1946. Bilim ve Varsayım, Sayı:IV.
- Portoghesi, P., 2000. Nature and Architecture, Skira Editore, Milan.
- Prusinkiewicz, P. veLindenmayer, A. , 1996. The Algorithmic Beauty of Plants. Springer-Verlag, New York Inc.
- Rocha, A. J. M., 2004. Architecture Theory 1960-1980, Emergence of a Computational Perspective, Massachusetts Institute of Technology, ABD.
- Ruskin, J., 1990. The Seven Lamps of Architecture-1849, Dover Pub, London.
- Sarıyıldız, S., 2015. Mimarlıkta Bilişim Teknolojilerinin Etkisi ve Geleceği, Yaşar Üniversitesi, dosya35: Mimarlıkta ‘Sayısal’ Fırsatlar:Bilgisayarlar Mimarlığın Neresinde?, vol.2, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Ankara.
- Schrandt, R. ve Ulam, S., 1970. On Recursively Defined Geometrical Objects and Patterns of Growth, in A. Burks (ed), Essays on Cellular Automata, University of Illinois Press, Urbana, pp. 232-243.
- Shadmand, S., 2015. Biçim Oluşturmada Doğadan Yararlanılarak Üretken Bir Sistemin Denenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Simon, H. A., 1969. The Sciences of the Artificial, M.I.T. Press, Cambridge.

- Stiny, G., 1980. An Introduction to Shape and Shape Grammars, Environment and Planning B, cilt: 7, sf.343-351.
- Stiny, G., 2006. Shape: Talking About Seeing and Doing, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Stiny G ve Gips J, 1972. "Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture" in Information Processing 71 Ed. C V Freiman.
- Tavşan, C., 2000. Mimari Form Analizi için Bir Yöntem Araştırması: Çağdaş Mimarlık Akımlarına Bağlı Son Dönem Müze Yapılarında Uygulanması, Doktora Tezi, KTÜ, Trabzon.
- Thompson, D., W., 1942. On Growth and Form, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Turan, B. O., 2009. Dijital Tasarım Sürecinin Geleneksel Tasarım Stüdyosuna Etkileri, Doktora Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Turan, B. O., 2011. 21. Yüzyıl Tasarım Ortamında Süreç, Biçim ve Temsil İlişkisi, Megaron Dergisi, 6(3):162-170.
- Vermillion, J., 2005. The Digital Craftsperson: An Investigation Into Digital Tools | Processes | Craft, Ball State University Muncie, Indiana.
- Vitruvius, P., 1934. De Architectura on Architecture, Harvard University Press, Cambridge.
- Yazıcıoğlu, D. A., 2011. Bilgisayar Teknolojilerinin Günümüz Tasarım Anlayışına Olan Etkileri, dergipark, cilt:1, Sayı:2, v:331.
- Yedekçi, G. , 2015. Doğayla Tasarlamak:Biyoumimikri ve Geleceğin Mimarlığı, İstanbul.
- Yiğit, H., 2011. Mimarlıkta Dijital Ortamın Getirdiği Tektonik Değişim ve Formdaki Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Whitehead, A., N., 2017. Doğa Kavramı, Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- Wolfram, S., 1984. Cellular Automata as Models of Complexity, Nature, 311, pp. 419-424.
- Wolfram S., 2002. A New Kind of Science, Wolfram Media.
- Wrong, W., 1972. Principles of Two Dimensional Design, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Zelanski, P.ve Fisher, M. P., 1987. Shaping Space, Holt, Rinehart and Winston Inc., New York.

- URL-1, <https://www.arkitera.com/haber/geometri-mimarlik-ve-doga/> (E.T. 05.11.2019)
- URL-2, <https://mimaritasarimveelestiri.wordpress.com/2012/05/24/mimarligin-dogada-cozunmesi/>(E.T. 05.11.2019)
- URL-3, <https://www.naturaindomita.com/en/birding-nature-trips1/birding-trips/409-steppe-birds-of-calatrava>(E.T. 05.11.2019)
- URL-4,<https://www.maxxi.art/en/events/santiago-calatrava-politica-teologia-nellarchitettura/>(E.T. 05.11.2019)
- URL-5,<http://archozi.blogspot.com/2013/01/orumcek-aglarndan-ornek-alnan-mimari.html>(E.T. 05.11.2019)
- URL-6, <https://www.arkitektuel.com/munih-olimpiyat-stadyumu/>(E.T. 05.11.2019)
- URL-7, <https://v3.arkitera.com/g146-biomimicry.html?year=&aID=2677>(E.T. 05.11.2019)
- URL-8, <https://www.bitkicenter.com/akantus-yaprasi-nedir/>(E.T. 05.11.2019)
- URL-9, <http://www.antiktarih.com/2018/05/07/korinth-baslik-nedir/>(E.T. 05.11.2019)
- URL- 10, <https://icd.uni-stuttgart.de/?p=18905>(E.T. 05.11.2019)
- URL-11,<https://www.digitalartarchive.at/database/general/work/education-alienwithin.html>(E.T. 05.11.2019)
- URL-12,<https://www.artslant.com/global/artists/show/52286-marcos-novak?tab=PROFILE>(E.T. 05.11.2019)
- URL-13, <https://www.architecturaldigest.com/gallery/best-of-frank-gehry-slideshow>(E.T. 05.11.2019)
- URL-14, <http://www.tdk.gov.tr/tdksozluk>(E.T. 10.11.2019)
- URL-15, <https://tonkinliu.co.uk/rain-bow-gate>(E.T. 10.11.2019)
- URL-16, [https://www.archdaily.com/613197/construction-of-sagrada-familia-accelerated-by-3-d-printing-technology/5512eaf7e58ecee00000f8-52544190e8e44eff020006cf\\_ad-classics-la-sagrada-familia-antoni-gaudi\\_sfpasiao-jpg](https://www.archdaily.com/613197/construction-of-sagrada-familia-accelerated-by-3-d-printing-technology/5512eaf7e58ecee00000f8-52544190e8e44eff020006cf_ad-classics-la-sagrada-familia-antoni-gaudi_sfpasiao-jpg)(E.T. 10.11.2019)
- URL-17, <https://mg2.com/insights/exploring-influence-future-parametric-design/>(E.T. 10.11.2019)

URL-18, [www.mh-portfolio.com](http://www.mh-portfolio.com)(E.T. 10.11.2019)

URL-19, [www.mh-portfolio.com](http://www.mh-portfolio.com)(E.T. 10.11.2019)

URL-20, <https://www.dezeen.com>(E.T. 10.11.2019)

URL-21, <https://www.ariklevy.fr/>(E.T. 10.11.2019)

URL-22, <http://www.evolo.us/catalyst-hexshell-matsys/>(E.T. 10.11.2019)

URL-23, <https://www.birdizaynmesesi.com/index.php/2018/01/02/doganin-mimarlari-ve-ortaya-cikardiklari-eserleri/> (E.T. 22.11.2018)

URL-24,

<https://www.google.com.tr/url?sa=i&source=imgres&cd=&ved=2ahUKEwiOite01efeAhUEUBoKHAdfA-wQjxx6BAgBEAI&url=http%3A%2F%2Fwww.hararenews.co.zw%2F2014%2F05%2Fw-hats-that-building-eastgate-mall%2F&psig=AOvVaw1aiboZAgESvODekB6LnMd&ust=1542964658644128> (E.T. 22.11.2018)

URL-25, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Evrimsel\\_algoritma](https://tr.wikipedia.org/wiki/Evrimsel_algoritma)(E.T. 10.11.2019)

URL-26, <https://www.fosterandpartners.com/projects/city-hall/#development>(E.T. 10.11.2019)

URL-27, <http://www.newitalianblood.com/showt.pl?id=42>(E.T. 10.11.2019)

URL-28, [https://www.researchgate.net/figure/Left-Visitors-interacting-with-the-NSA-Muscle-sensor-nodes-at-the-Centre-Pompidou\\_fig2\\_220851112](https://www.researchgate.net/figure/Left-Visitors-interacting-with-the-NSA-Muscle-sensor-nodes-at-the-Centre-Pompidou_fig2_220851112) (E.T. 11.11.2019)

URL-29, <http://www.studiolynn.at/work/studio.html>(E.T. 11.11.2019)

URL-30, <http://www.studiolynn.at/work/studio.html>(E.T. 11.11.2019)

URL-31, <http://www.evolo.us/merging-cinema-with-architecture/>(E.T. 11.11.2019)

URL-32, <https://www.designboom.com/architecture/greg-lynn-korean-presbyterian-church-of-new-york/>(E.T. 11.11.2019)

URL-33, [http://geneticarchitectures.weebly.com/research\\_group.html](http://geneticarchitectures.weebly.com/research_group.html)(E.T. 11.11.2019)



URL-34, <https://icd.uni-stuttgart.de/?p=22271>(E.T. 11.11.2019)

URL-35, <http://www.exodesic.org/>(E.T. 11.11.2019)

URL-36, <https://www.pinterest.fr/pin/365073113542991303/>(E.T. 11.11.2019)

URL-37, <https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/parametric-architecture-and-generative-design-system/>(E.T. 11.11.2019)

URL-38, <https://www.arkitera.com/haber/ouchhh-gobeklitepe-verilerinden-urettigi-eserle-mori-art-museumdaki-sergiye-katiliyor/>(E.T. 11.11.2019)

URL-39, <https://www.designboom.com/art/ouchhh-ai-monolith-sculpture-datamonolith-12-04-2019/>(E.T. 11.11.2019)

URL-40,  
[https://worldarchitecture.org/articles/cghnf/unique\\_futuristic\\_architecture\\_is\\_reimagined\\_in\\_roman\\_vlasov\\_s\\_architectural\\_visuals.html](https://worldarchitecture.org/articles/cghnf/unique_futuristic_architecture_is_reimagined_in_roman_vlasov_s_architectural_visuals.html)(E.T. 11.11.2019)

URL-41, <https://theinspirationgrid.com/more-striking-architectural-concepts-by-roman-vlasov/>(E.T. 11.11.2019)

URL-42, <https://luwanarch.wordpress.com/>(E.T. 11.11.2019)

URL-43, <https://fineartamerica.com/featured/leonardo-da-vinci-antique-flying-machine-under-parchment-a-nenad-cerovic.html>(E.T. 12.11.2019)

URL-44, <https://m.ipekelsanatlari.com/tr/koza-cicegi-nedir>(E.T. 12.11.2019)

URL-45, <https://www.arkitera.com/haber/her-sey-bir-metaforla-basladi/>(E.T. 12.11.2019)

URL-46, <http://object-e.net/research/cellular-structures>(E.T. 12.11.2019)

URL-47, <https://www.arkitera.com/soylesi/kendiligindenlik-mimarlik-pratigi-icin-neler-vaad-ediyor/>(E.T. 12.11.2019)

URL-48, <https://sozluk.gov.tr/?kelime=D%C4%B0NAM%C4%B0ZM>(E.T. 12.11.2019)

URL-49, <https://archidose.tumblr.com/post/68767083059/competition-for-a-virtual-house-1997-peter>(E.T. 12.11.2019)

URL-50, <https://mcburphy.net/aegis-hyposurface/>(E.T. 12.11.2019)

URL-51, <https://vogue.com.tr/metropol/mimari-tasarim-ve-doga-arasindaki-akici-diyalog-conifera>(E.T. 12.11.2019)

URL-52, <http://article.sapub.org/10.5923.s.arch.201402.02.html>(E.T. 12.11.2019)

URL-53, <https://www.scribd.com/document/39941399/Arcitecture-as-Nature-A-Bio-Digital-Hypothesis-Dennis-Dollens-leon-2009-42-5>(E.T. 12.11.2019)

URL-54, <https://www.scribd.com/document/39941399/Arcitecture-as-Nature-A-Bio-Digital-Hypothesis-Dennis-Dollens-leon-2009-42-5>(E.T. 12.11.2019)

URL-55, <http://www.evolo.us/music-pavilion-embraces-the-production-of-monstrosity-and-the-grotesque/>(E.T. 12.11.2019)

URL-56, <https://csb.gov.tr/anit-agaclar-makale>(E.T. 12.11.2019)

URL-57, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917305917>(E.T. 12.11.2019)

URL-58, <http://www.evolo.us/manhattan-of-the-desert/>(E.T. 12.11.2019)

URL-59, <https://www.bilgiustam.com/bitki-kknde-emilme/>(E.T. 12.11.2019)

URL-60, <http://www.evolo.us/lotus-skyscraper-urban-water-security-in-megacities/>(E.T. 12.11.2019)

URL-61, <https://www.yesimguralp.com/lotus-cicegi-ne-anlama-geliyor/>(E.T. 12.11.2019)

URL-62, <https://federicoborello.com/2014/10/09/biocladd-adaptive-biodigital-cladding-system/>(E.T. 12.11.2019)

URL-63, <http://alglar.biyokimyalab.org/calisma-grubu-primer-alg-teshisi/>(E.T. 12.11.2019)

URL-64, <http://www.evolo.us/biodigital-processes-in-architecture-new-library-in-florence/>(E.T. 12.11.2019)

URL-65, <https://www.alternatifterapi.com/icerik/mercan-gunesten-korunmanin-sirri-olabilir>(E.T. 12.11.2019)

URL-66, <http://www.ecologicstudio.com/v2/index.php>(E.T. 12.11.2019)

URL-67, <https://www.archdaily.com/384271/silk-pavilion-mit-media-lab>(E.T. 12.11.2019)

URL-68, <https://www.designindaba.com/articles/creative-work/living-canopy-changes-its-appearance-throughout-day>(E.T. 12.11.2019)

URL-69, [http://www.jennysabin.com/projects\\_featured](http://www.jennysabin.com/projects_featured)(E.T. 12.11.2019)

URL-70, <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/renk-degistirme-nasil-gercekleliyor>(E.T. 12.11.2019)

URL-71, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917305917>(E.T. 12.11.2019)

URL-72, <https://www.archipanic.com/portfolio/bio-digital-architecture/>(E.T. 13.11.2019)

URL-73, <https://urbanmorphogenesislab.com/fibrous-xenoderma>(E.T. 13.11.2019)

URL-74, <https://tr.sputniknews.com/yasam/201907021039539542-kesfedilen-orumcek-turune-karl-lagerfeldin-ismi-verildi-gozleri-cok-benziyor/>(E.T. 13.11.2019)

URL-75, <http://biodigitalarchitecturaldesign.blogspot.com/>(E.T. 13.11.2019)

URL-76, <https://www.natgeokids.com/au/discover/animals/sea-life/jellyfish-facts/>(E.T. 13.11.2019)

URL- 77, [https://www.dezeen.com/2018/10/05/neri-oxman-fiberbots-mediated-matter-lab-mit-architectural-structures/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2018/10/05/neri-oxman-fiberbots-mediated-matter-lab-mit-architectural-structures/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)(E.T. 13.11.2019)

URL-78, <https://www.lafsozluk.com/2018/08/termit-nedir-ne-demektir-kisaca-anlami.html>(E.T. 13.11.2019)

URL-79, <http://www.suckerpunchdaily.com/2012/12/17/findmerge/>(E.T. 13.11.2019)

URL-80, [https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g12710745-d4154155-r607103008-Karaca\\_Cave-Torul\\_Gumushane\\_Province.html](https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g12710745-d4154155-r607103008-Karaca_Cave-Torul_Gumushane_Province.html)(E.T. 13.11.2019)

URL-81, <http://object-e.net/research/surfacetension>(E.T. 13.11.2019)

URL-82, <https://graphics.stanford.edu/courses/cs348b-competition/cs348b-03/sanddunes/>(E.T. 14.11.2019)

URL-83, <http://www.evolo.us/mountain-band-aid/>(E.T. 14.11.2019)

URL-84, <https://gazetekarinca.com/2019/09/beyaz-dag-buzullarinda-cokme-tehlikesi/>(E.T. 14.11.2019)

URL-85, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/muradiye-selalesi-cevresiyle-de-ziyaretcilerini-buyuleyecek/1248674>(E.T. 14.11.2019)

URL- 86, <http://www.evolo.us/waterfall-skyscraper/>(E.T. 14.11.2019)

URL-87, <http://www.evolo.us/center-for-glaciology-is-liquid-in-form/>(E.T. 14.11.2019)

URL-88, <https://www.webtekno.com/antarktika-nin-gizemli-buz-delikleri-sonunda-anlam-kazandi-h70257.html>(E.T. 14.11.2019)

URL-89, <http://www.evolo.us/oxymoron-skyscraper-topology-optimization-strategies-of-computational-aesthetics/>(E.T. 14.11.2019)

URL- 90, <http://futurearchitectureplatform.org/projects/f46c1576-70ef-4cb2-9847-7ee829c34688/>(E.T. 14.11.2019)

URL-91, <http://www.evolo.us/anamorphic-carcases-memorials-of-waste/>(E.T. 14.11.2019)

URL-92, <https://www.turkiyegazetesi.com.tr/fotogaleri/etna-lav-puskurtmeye-devam-ediyor-5160.aspx?O=5>

URL-93, <http://www.michael-hansmeyer.com/digital-grotesque-I>(E.T. 14.11.2019)

URL- 94, <https://www.ekopangea.com/2017/09/05/magara/>(E.T. 14.11.2019)

URL-95, <https://estevez.wordpress.com/2014/01/05/bio-digital-architecture-genetics/>(E.T. 14.11.2019)

URL-96,<http://www.evolo.us/house-of-the-future-inspired-by-the-matrix/>(E.T. 14.11.2019)

URL-97, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0017931009000210>(E.T. 14.11.2019)

URL-98, <http://www.evolo.us/dancing-water-pavilion-in-seoul-korea>(E.T. 14.11.2019)/

URL-99,<http://albertotestevez.blogspot.com/2014/01/digital-architecture.html>(E.T. 14.11.2019)

URL-100, <https://www.archdaily.com/913656/neuron-pod-all-design> (E.T. 14.11.2019)

URL- 101, <https://www.verywellmind.com/what-is-a-neuron-2794890>(E.T. 14.11.2019)

URL-102,<http://www.evolo.us/new-gateway-structure-for-brunel-university-minimaforms/>(E.T. 14.11.2019)

URL-103, <https://www.popsci.com/science/article/2012-12/stem-cell-surgery-led-bones-growing-patients-eye/>(E.T. 14.11.2019)

URL-104, <http://object-e.net/research/cellular-structures>(E.T. 14.11.2019)

URL-105, <https://www.kent.ac.uk/courses/postgraduate/1236/cell-biology>(E.T. 14.11.2019)

URL-106, <http://portfolios.pratt.edu/gallery/33766452/Biochemica-the-living-city-of-the-future>(E.T. 14.11.2019)

URL-107, <https://www.york.ac.uk/study/undergraduate/courses/mbiol-molecular-cell-biology/>(E.T. 14.11.2019)



## 7. EKLER

Ek Tablo 1. Biyo-Dijital Tasarım Stratejiyle Tasarlanmış Biyolojik Sistem Grubu Tanıtım Kartı

<b>Esinlenen Biyolojik Tür</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım Genel Bilgiler:</b>
<b>No:</b>	<b>Proje Adı:</b>	<b>Tasarımcı:</b>	<b>Tür:</b>
			<b>Dijital Yöntem:</b>
<b>Esinlenen Biyolojik Tür</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım Genel Bilgiler:</b>
<b>No:</b>	<b>Proje Adı:</b>	<b>Tasarımcı:</b>	<b>Tür:</b>
			<b>Dijital Yöntem:</b>
<b>Esinlenen Biyolojik Tür</b>	<b>Biyolojik Özellikler</b>	<b>Dijital Özellikler</b>	<b>Tasarım Genel Bilgiler:</b>
<b>No:</b>	<b>Proje Adı:</b>	<b>Tasarımcı:</b>	<b>Tür:</b>
			<b>Dijital Yöntem:</b>

Ek Tablo 2. Bitkisel Sistemler Örneklem Grubu Bulgular Listesi

ORGANİZMA TÜRÜ		KOD NUMARASI	PROJE ADI	BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI								DİJİTAL TASARIM KARARLARI								KAVRAMSAL TASARIM KARARLARI				FORM TASARIM KARARLARI																			
BİTKİSEL SİSTEMLER				BITKİSEL	HAYVANSAL	TOPOGRAFIK	GENETİK	BENZER BİÇİM YÜZEYSEL BİÇİM	İŞLEYSSEL	STRÜKTÜR	MALZEME	BİÇİM	DAVRANIŞ DÜZEYİ	DOĞRUSAL OLMAYAN	BAĞLAR ARASI	SÜREKLİLİK	İLETİŞİM AĞI	DİNAMİZM	DIYAGRAM	ÖRÜNTÜ	HİPER-BAĞLAR	HİYERARŞİK OLMAYAN SÜREKLİLİK	SİMGESELLİK	ANITSALLIK	BİRLİK	DENGE	DÜZEN	DEVAMLILIK	HİYERARŞİ	AKIŞKANLIK	GEÇİRGENLİK	YÖNELİM	MALZEME	BÜYÜME-HAREKET	STRÜKTÜR	KARMAŞIKLIK	İŞLEYSELLİK	DOKUSALLIK	PARÇALANMA				
		1.1	Biodigital Barcelona Skyscraper	●				●			●		●		●	●		●					●		●					●			●	●	●								
1.2	Fourteen-Story TreeTower	●				●		●			●					●	●	●			●			●	●					●		●	●	●									
1.3	Pod Hotel	●				●		●			●				●					●	●		●		●				●		●	●					●				●		
1.4	Music Pavilion	●				●		●			●	●				●			●		●						●	●				●	●		●								
1.5	BioDigital Pavilion-2	●				●		●			●				●			●			●		●					●						●	●				●				
1.6	Manhattan of the Desert	●				●		●			●		●			●				●					●	●							●	●				●					
1.7	Lotus Skyscraper	●				●			●		●		●	●							●			●								●	●										
1.8	Bioclad	●				●			●		●			●					●	●			●									●	●				●	●					

Ek Tablo 3. Hayvansal Sistemler Örneklem Grubu Bulgular Listesi

ORGANİZMA TÜRÜ			BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI								DİJİTAL TASARIM KARARLARI								KAVRAMSAL TASARIM KARARLARI				FORM TASARIM KARARLARI														
KOD NUMARASI	PROJE ADI		ORGANİZMA DÜZEYİ				BİÇİMSEL YAKLAŞIM				DAVRANIŞ DÜZEYİ	DOĞRUSAL OLMAYAN	BAĞLAR ARASI	SÜREKLİLİK	İLETİŞİM AĞI	DİNAMİZM	DİYAGRAM	ÖRÜNTÜ	HİPER-BAĞLAR	HİYERARŞİK OLMAYAN STRÜKTÜR	SİMGESELLİK	ANITSALLIK	BİRLİK	DENGE	DÜZEN	DEVAMLILIK	HİYERARŞİ	AKIŞKANLIK	GEÇİRGENLİK	YÖNELİM	MALZEME	BÜYÜME-HAREKET	STRÜKTÜR	KARMAŞIKLIK	İŞLESELLİK	DOKUSALLIK	PARÇALANMA
			BİTKİSEL	HAYVANSAL	TOPOGRAFIK	GENETİK	BENZER BİÇİM	YÜZEYSEL BİÇİM	İŞLEYSSEL	STRÜKTÜR																											
2.1	Floransa Mimarlık Okulu			●					●	●					●	●										●	●	●								●	
2.2	H.O.R.T.U.S. XL			●			●			●		●	●										●						●	●						●	
2.3	The Silk Pavilion			●				●		●	●	●	●		●								●					●									
2.4	Lumen			●				●		●			●										●	●				●	●							●	
2.5	Bidigital System Pavilion			●				●		●					●							●	●				●		●						●		
2.6	XenoDerma			●				●		●	●	●	●									●					●		●								
2.7	JellyFish Skyscraper			●				●		●			●	●								●					●	●		●	●						
2.8	Fiberbots			●				●	●	●			●	●				●	●			●					●		●					●			



Ek Tablo 4. Topografik Sistemler Örneklem Grubu Bulgular Listesi

ORGANİZMA TÜRÜ			BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI								DİJİTAL TASARIM KARARLARI								KAVRAMSAL TASARIM KARARLARI				FORM TASARIM KARARLARI																	
KOD NUMARASI	PROJE ADI	ORGANİZMA DÜZEYİ	BİTKİSEL	HAYVANSAL	TOPOGRAFIK	GENETİK	BİÇİMSEL YAKLAŞIM		İŞLEVSEL YAKLAŞIM		DAVRANIŞ DÜZEYİ	DOĞRUSAL OLMAYAN	BAĞLAR ARASI	SÜREKLİLİK	İLETİŞİM AĞI	DİNAMİZM	DİYAGRAM	ÖRÜNTÜ	HİPER-BAĞLAR	HİYERARŞİK OLMAYAN STRÜKTÜR	SİMGESELLİK	ANITSALLIK	BİRLİK	DENGE	DÜZEN	DEVAMLILIK	HİYERARŞİ	AKIŞKANLIK	GEÇİRGENLİK	YÖNELİM	MALZEME	BÜYÜME-HAREKET	STRÜKTÜR	KARMAŞIKLIK	İŞLEVSELLİK	DOKUSALLIK	PARÇALANMA			
							BİÇİM	İŞLEVSEL	STRÜKTÜR	MALZEME																												BİÇİM		
3.1	Sven				●		●		●				●		●					●							●	●	●					●						
3.2	Surfacetension				●		●			●	●					●								●			●		●											
3.3	Mountain Band-Aid				●			●				●					●				●		●									●			●					
3.4	Waterfall Skyscraper				●		●								●					●						●	●							●						
3.5	Glaciology Merkezi				●		●				●	●			●								●			●	●		●								●			
3.6	Oxymoron Skyscraper				●		●			●	●				●	●				●						●	●							●			●			
3.7	Memorials Of Waste				●		●			●	●				●					●						●	●						●			●				
3.8	Digital Grotesque II				●		●			●	●		●		●							●		●		●							●				●			

Ek Tablo 5. Genetik Sistemler Örneklem Grubu Bulgular Listesi

ORGANİZMA TÜRÜ	KOD NUMARASI	PROJE ADI	BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI								DİJİTAL TASARIM KARARLARI								KAVRAMSAL TASARIM KARARLARI				FORM TASARIM KARARLARI													
			ORGANİZMA DÜZEYİ				BİÇİMSEL YKLAŞIM		İŞLEVSEL YAKLAŞIM		DAVRANIŞ DÜZEYİ								ANITSALLIK				GEÇİRGENLİK													
			BİTKİSEL	HAYVANSAL	TOPOGRAFIK	GENETİK	BENZER BİÇİM YÜZEYSEL BİÇİM	İŞLEVSEL	STRÜKTÜR	MALZEME	BİÇİM	DOĞRUSAL OLMAYAN	BAĞLAR ARASI	SÜREKLİLİK	İLETİŞİM AĞI	DİNAMİZM	DIYAGRAM	ÖRÜNTÜ	HİPER-BAĞLAR	HİYERARŞİK OLMAYAN STRÜKTÜR	SİMGESELLİK	ANITSALLIK	BİRLİK	DENGE	DÜZEN	DEVAMLILIK	HİYERARŞİ	AKIŞKANLIK	GEÇİRGENLİK	YÖNELİM	MALZEME	BÜYÜME-HAREKET	STRÜKTÜR	KARMAŞIKLIK	İŞLEVSELLİK	DOKUSALLIK
GENETİK SİSTEMLER	4.1	Biodigital Barcelona Pavilion-1				●	●										●	●					●	●			●							●		
	4.2	Future House				●	●				●						●		●					●	●			●		●					●	
	4.3	Dancing Water Pavilion				●		●							●						●	●				●	●							●		
	4.4	Biodigital Barcelona Chair				●	●								●				●				●			●	●					●			●	
	4.5	Neuron Pod				●		●	●					●							●	●						●						●		
	4.6	New Gateway Structure				●		●		●						●					●						●	●				●			●	
	4.7	Cellular Structures				●	●		●							●								●	●			●	●			●		●		●
	4.8	Biochemica				●	●								●										●	●				●					●	

Ek Tablo 6. Biyolojik Sistemler Analiz Sonuçları Matrisi

		BİYOLOJİK TASARIM KARARLARI								DİJİTAL TASARIM KARARLARI								KAVRAMSAL TASARIM KARARLARI				FORM TASARIM KARARLARI																
BİYOLOJİK SİSTEMLER	Tasarım Kararları	ORGANİZMA DÜZEYİ				BİÇİMSEL YKLAŞIM		İŞLEVSEL YKLAŞIM		DAVRANIŞ DÜZEYİ	DOĞRUSAL OLMAYAN	BAĞLAR ARASI	SÜREKLİLİK	İLETİŞİM AĞI	DİNAMİZM	DİYAGRAM	ÖRÜNTÜ	HİPER-BAĞLAR	HİYERARŞİK OLMAYAN STRÜKTÜR	SİMGESELLİK	ANITSALLIK	BİRLİK	DENGE	DÜZEN	DEVAMLILIK	HİYERARŞİ	AKIŞKANLIK	GEÇİRGENLİK	YÖNELİM	MALZEME	BÜYÜME-HAREKET	STRÜKTÜR	KARMAŞIKLIK	İŞLEVSELLİK	DOKUSALLIK	PARÇALANMA		
		BİTKİSEL	HAYVANSAL	TOPOGRAFİK	GENETİK	BENZER BİÇİM YÜZEYSEL BİÇİM	İŞLEVSEL	STRÜKTÜR	MALZEME																												BİÇİM	
	BİTKİSEL	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	HAYVANSAL	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOPOGRAFİK	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GENETİK	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



8 Seçim



7-6 Seçim



5-4 Seçim



3-2 Seçim



1 Seçim







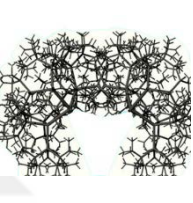





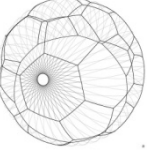
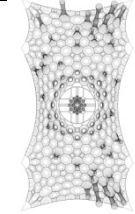


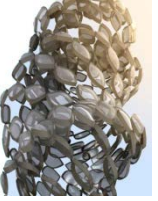

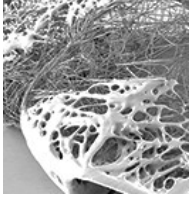
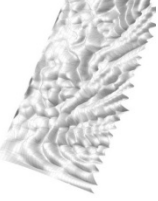
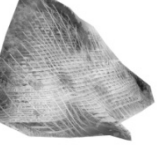






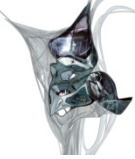


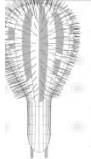

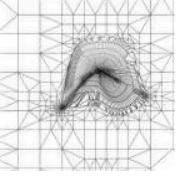

0 Seçim

Ek Tablo 7. Formun Zaman İçerisinde Evrimleşmesi

FORM	KAVRAM	İLİŞKİ
	Formsuzluk	YASAM
	Formun Bileşenleri	MATEMATİK
	Asal Form	ORAN
	Süsleme	ESLENME
	Gridal	GEOMETRİ
	Ekleme-Boşaltma	PARÇALANMA
	Karmaşıklık	DJİTAL
	Dokusallık	DOĞA
	Akışkanlık	PARAMETRİK
	Sanallık	SERBEST HAREKET
		YASAYAN YÜZEYLER
		TEKNOLOJİ
		BİLİM VE GELECEK
		DATA
		YENİ ARAYISLAR

**FORMUN EVRİMLESME SURECI**

Ek Tablo 8. Örneklem Grubu Form ve Etkilendiği Biyolojik Sistem

<b>BİTKİSEL</b>								
	<b>BAMBU</b>	<b>AĞAÇ</b>	<b>AVİZE AĞACI</b>	<b>AGAÇ</b>	<b>HİNDİBA</b>	<b>KÖK</b>	<b>LOTUS</b>	<b>ALG</b>
<b>HAYVANSAL</b>								
	<b>DEVEKUŞU</b>	<b>MERCAN</b>	<b>İPEK BÖCEĞİ</b>	<b>BUKALEMUN</b>	<b>BALIK</b>	<b>ÖRÜMCEK</b>	<b>DENİZANASI</b>	<b>TERMİT</b>
<b>TOPOGRAFİK</b>								
	<b>SARKİT</b>	<b>TOPOGRAFY</b>	<b>DAĞ</b>	<b>ŞELALR</b>	<b>BUZUL</b>	<b>TOPOGRAFY</b>	<b>LAV</b>	<b>MAĞARA</b>
<b>GENETİK</b>								
	<b>POLEN</b>	<b>KAS DOKUSU</b>	<b>SU</b>	<b>ÖGLENA</b>	<b>NÖRON</b>	<b>HÜCRE</b>	<b>HÜCRE</b>	<b>HÜCRE</b>

## ÖZGEÇMİŞ

Ayşegül ÇELENK; 1992 yılında İsviçre’de doğdu. 2011 yılında Avrasya Üniversitesi Mimarlık Bölümün’de (Tam Burslu) lisans öğrenimine başladı. 2012 yılında üniversite dönem üçüncüsü olup, çift anadal programıyla İç Mimarlık Bölümü’ne lisans eğitimi için başladı. Daha sonra Avrasya Üniversitesi 2015 Yılı Üniversite Birincisi olarak Mimarlık Bölümünden mezun oldu. 2016 yılında Avrasya Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü’nden mezun olarak aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Bina Bilgisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı.

2016-2018 yılları içerisinde Mimarlar Odası Trabzon şubesinde Yönetim Kurulu Yedek Üyesi olarak görev aldı. 2018-2020 yılları arasında Mimarlar Odası Trabzon Şubesinde Yönetim Kurulu Asil Üye olarak görevi devam etmektedir.

Birçok etkinlik, yarışma ve konferansa katılan Çelenk, 2018 yılında Arch+Dsgn Summit’te Karadeniz Bölge Temsilciliğini yürüterek birçok organizasyon yürütücülüğü görevinde bulundu. Yapmış olduğu çalışmalar, devam etmektedir.