



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

Grafik Anasanat Dalı

ALGORİTMİK BİYOMİMİKRI YÖNTEMİ İLE DİJİTAL TASARIM

Sadi Kerim DÜNDAR

Sanatta Yeterlik Tezi

Ankara, 2019



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Grafik Anasanat Dalı

ALGORİTMİK BİYOMİMİKRI YÖNTEMİ İLE DİJİTAL TASARIM

Sadi Kerim DÜNDAR

Sanatta Yeterlik Tezi

Ankara, 2019

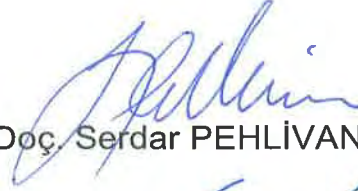
KABUL VE ONAY

Sadi Kerim DÜNDAR tarafından hazırlanan “Algoritmik Biyomimikri Yöntemi ile Dijital Tasarım” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Grafik Anasanat Dalı’nda Sanatta Yeterlik Çalışması Raporu olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı

Prof. Namık Kemal SARIKAVAK



Jüri Üyesi (Danışman) Doç. Serdar PEHLİVAN

Jüri Üyesi



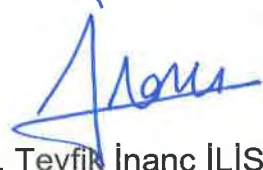
Dr. Öğr. Üyesi Şansal ERDİNÇ

Jüri Üyesi



Doç. Elif Varol ERGEN

Jüri Üyesi



Doç. Tevfik İnanç İLİSULU

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Pelin YILDIZ

Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

ALGORİTMİK BİYOMİMİKRI YÖNTEMİ İLE DİJİTAL TASARIM

Danışman: Doç. Serdar PEHLİVAN

Yazar: Sadi Kerim DÜNDAR

ÖZ

21. yüzyılın başlarında yaşanan Dördüncü Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ile yeni bir çağ başlamıştır ve yeni bir yaşam modeli şekillenmektedir. Dijital atmosfer fiziksel atmosferin üzerini kaplamakta ve insan yaşamının yeni yuvası olarak belirlemektedir. İnsanlık; dijital atmosferde yeni bir kimlik edinmekte, gündelik yaşantısını oraya göç ettirmektedir. Yeni çağda, bütün bilimsel alanlarda olduğu gibi, tasarım disiplinlerinin teorisinde ve uygulamasında köklü değişimler olmuştur. Bilgisayım yeni metodolojidir. Algoritma yeni teknik dildir. Veri yeni maddedir. Tasarım uygulaması; sonuç-odaklı olmaktan süreç-odaklı olmaya doğru ilerlemektedir. Tasarım süreci; inşa edilen ve montajlanan formlardan büyüyen formlara doğru ilerlemektedir. Dijital atmosferdeki yaşantının fenomenlerini, kanunlarını, sistemlerini, mekânlarını, ürünlerini ve hizmetlerini tasarlama sorumluluğunu yüklenen tasarım disiplinlerinin, referans alabileceği tek örnek model 3,8 milyar yıllık evrimsel deneyim birikimi ile doğadır. Bu olgu, tasarımda biyomimikri yöntemini gündeme getirmektedir. Yeni çağın bilgisayarlı metodolojisi, güncel ve daha derin bir yaklaşım olan algoritmik biyomimikri terimini açığa çıkarmaktadır. Algoritmik biyomimikri, tasarım problemlerini çözmek üzere doğayı anlamak ve doğadan yararlanmak için doğal fenomenleri dijital atmosferde simüle etmektedir. Bu tez kapsamında sunulan uygulama çalışması, algoritmik biyomimikri yaklaşımı ile tasarlanmış bir dijital morfogenez örnekleridir. Tasarım sürecinde, “Doğa kendi bünyesindeki nice canlının formunu ve desenini tasarladığı yöntemleri ile insanlığın ürün ve hizmetlerini tasarlasaydı ne gibi sonuçlar ile karşılaşırız?” sorusuna cevap aranmıştır. Evrim serüvenine dijital atmosferde devam eden insanın kültürel varlıklarının, dijital atmosferin kanunları olan algoritmalar ile nasıl şekillendiği araştırılmıştır. Dijital atmosferdeki evriminin başında olan ve dijital yaşantısındaki takdimi için kimlik arayan insana, çeşitliliğe sahip ve etno-fütüristik nitelikte bir görsel kültür tasarlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Algoritmik Biyomimikri, Dijital Morfogenez, Evrimsel Algoritmalar, Bilgisayarlı Yaratıcılık, Bilgisayarlı Tasarım

DIGITAL DESIGN WITH ALGORITHMIC BIOMIMICRY METHOD

Supervisor: Assoc. Prof. Serdar PEHLİVAN

Author: Sadi Kerim DÜNDAR

ABSTRACT

At the beginning of the 21st century, with the Fourth Industrial Revolution: Industry 4.0 a new age has begun and a new life model is taking shape. The digital atmosphere covers the physical atmosphere and appears as the new home of human life. Humanity acquires a new identity in the digital atmosphere and migrates its daily life to it. In the new age, as in all scientific fields, there have been radical changes in the theory and practice of design disciplines. Computational design is the new methodology. Algorithm is the new technical language. Data is the new raw material. Design application is shifting from being result-oriented to be process-oriented. Design process is transforming from constructed and assembled forms to growing forms. Design disciplines have the responsibility to design phenomena, laws, systems, spaces, products, and services of life in the digital atmosphere. The only exemplary model that design disciplines can take as a reference is the nature with an evolutionary experience of 3.8 billion years. This fact raises the biomimicry method in design. The computational methodology of the new age reveals the algorithmic biomimicry concept as a current and deeper approach. Algorithmic biomimicry to solve design problems simulates natural phenomena in the digital atmosphere to understand nature and to take advantage of it. The application project in this thesis is an example of digital morphogenesis designed with an algorithmic biomimicry approach. In the design process, answers sought to questions of whether nature designed human assets with the same method it used for the forms and patterns of many living things what kind of results may we encounter? How the cultural assets of human being take form with the evolutionary algorithms has been researched. An ethno-futuristic and diverse visual culture has been designed for human being that is seeking an identity for its presence in digital life, early on its evolution in the digital atmosphere.

Key Words: Algorithmic Biomimicry, Digital Morphogenesis, Evolutionary Algorithms, Computational Creativity, Computational Design

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iii
GÖRSEL DİZİNİ	vi
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM: YENİ “BİR” ÇAĞ	2
1.1. Sosyo-Teknolojik Fenomen.....	2
1.1.1. Antroposen Dönemi	7
1.1.2. Birinci Sanayi Devrimi: Buhar Çağı.....	9
1.1.3. İkinci Sanayi Devrimi: Petrol Çağı	10
1.1.4. Üçüncü Sanayi Devrimi: Bilgi Çağı	10
1.1.5. Dördüncü Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0	14
1.2. Yeni “Bir” Çağ.....	16
1.2.1. Teknolojiye Dair Yeni Farkındalığımız	17
1.2.2. Değişimin ve Dönüşümün Hızı	23
1.2.3. Yeni Çağın İnsanı	26
1.2.4. Dijital Atmosfer.....	27
1.3. Dijital Atmosferin Tasarımı için Biyomimikri Yöntemi	31
1.3.1. Biyomimikri’nin Tanımı.....	31
1.3.2. Dijital Atmosferin Tasarımında Biyomimikri Yöntemi	38
2. BÖLÜM: TASARIM BİLİMİ.....	39
2.1. Dijital Tasarım	42
2.1.1. Bilgisayarlı Tasarım: Yeni Metodoloji	44
2.1.1.1. Bilgisayım.....	45
2.1.1.2. Bilgisayarlı Düşünce	46
2.1.1.3. Bilgisayarlı Tasarım	48

2.1.1.4.	Design In Tech Raporu	54
2.1.2.	Algoritma: Yeni Teknik Dil.....	57
2.1.3.	Veri: Yeni Hammadde.....	62
2.1.4.	Süreç: Yeni Odak Noktası	66
2.2.	Dijital Tasarımın ve Dijital Sanatın Kesişimi	69
2.2.1.	Dijital Sanat Kavramının Doğuşu ve Tanımı	69
2.2.2.	Dijital Tasarımın ve Dijital Sanatın Bilgisayarlı Estetiği	71
3.	BÖLÜM: JENERATİF SANAT VE BİLGİSAYIMSAL YARATICILIK	77
3.1.	Bilgisayarlı Yaraticılık	79
3.2.	Jeneratif Sanat	81
3.2.1.	Jeneratif Sanatın ve Otonom Sistemlerin Tarihsel Gelişimi.....	83
3.3.	Yaraticılığın Bileşenleri.....	88
3.4.	Sistem Teorisi.....	90
3.4.1.	Karmaşık (<i>Complex</i>) Sistemler	95
3.4.2.	Karmaşık Sistemleri Kullanan Jeneratif Sanat.....	99
3.4.3.	Evrimsel Sanat, Genetik Algoritmalar ve Uygunluk Darboğazı.....	102
3.5.	Güncel Motivasyonlar	104
3.6.	Güncel Sorunlar	106
3.6.1.	Benzersizlik Sorunu	106
3.6.2.	Gerçeklik (Özgünlük) Sorunu.....	107
3.6.3.	Postmodernite Sorunu	107
3.6.4.	Yaraticılık Sorunu	109
3.6.5.	Anlam Sorunu	109
4.	BÖLÜM: ALGORİTMİK BİYOMİMİKRI	111
4.1.	Dijital Morfogenez.....	111
4.1.1.	Ortaya Çıkış (<i>Emergence</i>).....	116
4.2.	Doğadaki Formlar ve Örüntüler	117

4.3. Algoritmik Biyomimikri	121
4.3.1. Algoritmik Biyomimikri Süreçleri	124
4.3.1.1. Diferansiyel Büyüme (<i>Differential Growth</i>)	124
4.3.1.2. Yaprak Damarlanması (<i>Leaf Venation</i>)	126
4.3.1.3. Laplasyan Büyüme (<i>Laplacian Growth</i>)	128
4.3.1.4. Reaction-Diffusion	131
4.3.2. Algoritmik Biyomimikri Yönteminin Dünya'daki Öncüleri	134
4.3.2.1. Neri Oxman	134
4.3.2.2. Michael Hansmeyer	136
4.3.2.3. Iris van Herpen	138
4.3.2.4. Nervous System	139
4.3.2.5. Niccolo Casas	140
5. BÖLÜM: UYGULAMA ÇALIŞMASI: "YAKAZA"	141
5.1. Algoritmik Dil: Reaction-Diffusion	141
5.2. Tezin Kronolojik Araştırma ve Uygulama Raporu	148
5.2.1. Yakaza Projesi	151
5.2.2. (2014) "Reaction Diffusion" ve "Underwater" Çalışmaları	152
5.2.3. (2016) Disiplinler Ötesi Farkındalık	153
5.2.4. (2017) "Cube: Organic Geometry" ve Mimari Karo Çalışmaları	159
5.2.5. (2018) "Tribal Transmorph" Çalışması	168
SONUÇ	179
KAYNAKLAR	187
ETİK BEYANI	197
SANATTA YETERLİK TEZİ ORJİNALLİK RAPORU	198
DOCTORATE OF FINE ARTS IN GRAPHIC DESIGN ORIGINALITY REPORT	199
YAYILMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	200

GÖRSEL DİZİNİ

Görsel 1. Sosyo-Teknolojik Fenomenin Tarih Cetveli.....	3
Görsel 2. Yeni bir teknolojinin, bir fikir olarak doğduğu ilk evresinden insan doğasının görünmez bir parçası olduğu son evresine doğru olan aşamaları.....	4
Görsel 3. Ev temizliği teknolojisindeki dönüşümü; makineleşme, elektrikleşme ve idraklanma aşamaları ile gösteren infografik.	5
Görsel 4. Antroposen döneminin etkilerinden olan şehir ışıkları ve insan yapımı adalar. ..	8
Görsel 5. Bilgi çağı ile başlayan dijitalleşme döneminde analogdan dijital dönüşüm ve gündelik yaşamımızı şekillendiren ürün ve hizmetler. https://bestreviews.com/electronics#evolution-of-the-desk	13
Görsel 6. Yaşamaya başladığımız yeni çağın önceki çağlara göre tarihsel ölçeği.	17
Görsel 7. Dönüşümdeki katlanarak artan hızın yıllar ile grafiği. İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden beri yatay ekseninde devam eden grafik, 21. yüzyıl ile diz kısmını geçmiştir ve artık dikey ekseninde ilerlemektedir. commons.wikimedia.org Exponential Growth of Computing	25
Görsel 8. Tekillik evresine doğru katlanarak artan bir hız ile ilerleyen evrim tarihinin yaşamın başlangıcından itibaren olan zaman çizelgesi. commons.wikimedia.org Countdown to Singularity	27
Görsel 9. Fiziksel Dünya'nın üzerine kaplayan dijital atmosferin katmanları ile temsili. https://www.magicleap.com/news/op-ed/magicverse	29
Görsel 10. Fiziksel Dünya'nın üzerini bir atmosfer olarak kaplayan teknoloji küresi. https://materialdistrict.com/article/nature-natural/from-nature-to-natural-3/	29
Görsel 11. Aynı isimli bilim kurgu romanının uyarlaması olarak, 2018 yılında vizyona giren Ready Player One filmi, insanlığın hayatını çok büyük oranda dijital atmosfere göç ettirdiği distopik bir geleceği anlatmaktadır. İnsanların asıl sahiplendikleri kimlikleri sanal Dünya'daki avatarlarıdır. Sanal Dünya'daki işlerde çalışır, kazandıkları ile de o Dünya'ya ait olan dijital kıyafet, eşya ve mülkleri satın alırlar. Fiziksel Dünya'da hiç tanışmadıkları kişileri arkadaş edinirler. Dijital varlıklar ve servet, fiziksel olanlardan çok daha değerlidir	

çünkü zamanlarını ve emeklerini onlar için harcarlar. Dijital atmosferin sunduğu sonsuz olanak fiziksel dünya yaşantısına kıyasla onlar için bir cennet iken, biyolojik bağlarını mecburen koparamadıkları fiziksel Dünya'daki yaşantı ise gözden çıkarılmış ve umursanmayan olmuştur.	30
Görsel 12. Daimlen Chrysler, sandıkbalığının aerodinamik formunu, hem geniş iç hacimli ve konforlu ve aynı zamanda dinamik ve atak bir araç tasarlamak için taklit etmiştir.....	34
Görsel 13. Japonya'daki süper hızlı Shinkansen 500 Bullet treninin aerodinamik yapısı balıkçıl yalıçapkını kuşunun gagasından uyarlanmıştır (Wahl, 2016).	36
Görsel 14. Uçağının kanat formu alıcı kuşun kanatlarından uyarlanmıştır (Wahl, 2016). 36	
Görsel 15. Speedo'nun kullandığı hem yüzücüye hız sağlayan hem de antibakteriyel olan mayo tekstili teknolojisi köpekbalığının derisinden uyarlanmıştır (Wahl, 2016).....	36
Görsel 16. Dayanıklı ve sağlam bir tutucu olan ama aynı zamanda kolay ayrılabilen ve uzun ömürlü olan Velcro teknolojisi, doğadan öğrenilmiş bir çözümdür.	37
Görsel 17. Endüstri 4.0 çağının teknolojisinin karakterini oluşturan nitelikleri: dijital, katlanarak büyüyen ve kombinasyonel – bilgisayarlısal.	39
Görsel 18. Dijital tasarımın karakterini oluşturan nitelikleri.	40
Görsel 19. Tasarımın disiplinleri arasındaki sınırlar şeffaflaştırmıştır.	41
Görsel 20. SideFx firmasının Houdini yazılımı, eğitici uygulamalardan sinema filmlerine ve bilgisayar oyunlarına kadar kapsayan eğitici ve eğlendirici dijital içerik üretimi alanında endüstri standardı olmuştur. Houdini, üç boyutlu (3D) ve prosedürel yapısı ile güncel bir bilgisayarlısal tasarım aracıdır. Görüntüde algortimik tasarım sürecini inşa etmeye yarıyan nod tabanlı arayüzü ve sonuçları gözükmemektedir.	51
Görsel 21. Deskriptiv tarafından Nike için tasarlanan Flyknit reklamı kampanyası bir bilgisayarlısal tasarım örneğidir. İsmi Uçan Örgü anlamına gelen projede, uçarak gelen örgüler hareket halindeki figürleri dokuyarak görünür kılmaktadır. İleri derece karmaşık (<i>complex</i>) ayrıntılara sahip bu sahnelerde, tasarımcının sonucu ayrıntıları ile öngörerek tasarlaması mümkün değildir. Tasarımcı bilgisayarlısal tasarım sürecini tasarlayarak, öngörebileceğinin ötesinde gerçekçi ayrıntılara sahip olan sonuçlar ulaşmaktadır. https://deskriptiv.com/nikeflyknit	52

Görsel 22. Memo Akten'in tasarladığı Body Paint adlı bu etkileşimli enstelasyon, Sonar Festival 2019 İstanbul'da sergilenmiştir. Önünden geçen kişinin hareketlerini bir fırça darbesi olarak algılayan enstelasyon, bilgisayarimsal ve prosedürel bir tasarım örneğidir. Devamlı değişim halinde olan sonuç ürünün her anı tekrar edilemez niteliktedir. http://www.memo.tv/portfolio/bodypaint/	53
Görsel 23. Klasik tasarım ve tasarım düşüncesinin karşılaştırılması.....	55
Görsel 24. Klasik tasarım ve bilgisayarimsal tasarımın karşılaştırılması.	56
Görsel 25. The New School Parsons Üniversitesi'nin Tekstil Bölümü Yüksek Lisans Programı "Algoritmaları Tekstillere Dönüştürebilir Misin?" sorusu ile adayların dikkatini çekmeye çalışmakta ve algoritmalar ile çalıştıklarını ifade etmektedir (2018).....	57
Görsel 26. Refik Anadol, Veri Heykelleri adını verdiği konseptin altındaki çalışmalarında, veriyi hammadde olarak kullanarak dinamik, değişken ve mimari ölçekte dijital enstalasyonlar tasarlamaktadır. http://refikanadol.com/	64
Görsel 27. Çağlara göre Dünya'yı yöneten değerli varlık, insanlık üzerinde neden olduğu ayırım ve açığa çıkardığı sosyal sistem.....	65
Görsel 28. Bridle'in blog'undan Yeni Estetik algısını yansıtan tasarım örnekleri. http://booktwo.org/notebook/sxaesthetic/	73
Görsel 29. Michael Hansmeyer'in "Zauberflöte" (2018) adlı eseri, süreç-odaklı tasarım sayesinde hayal ile ulaşılabilecek olanın ötesinde bir karmaşıklığa (<i>complexity</i>) sahiptir ve bilgisayarimsal estetiği yansıtmaktadır. http://www.michael-hansmeyer.com/zauberfloete .	75
Görsel 30. Generative Design (Generative Gestaltung, 2018) isimli kitap, bilgisayarimsal yaratıcılık ile üretilmiş jeneratif tasarım ve sanat eserlerinin küratörlüğünü yaparak sunan değerli bir kaynaktır. http://www.generative-gestaltung.de	78
Görsel 31. Altın Oran'ın görsel ifadesi ve formüle edilmesi: $ AC / CB = AB / AC = 1,618$	85
Görsel 32. Da Vinci'nin Vitruvius Adamı (1492) çizimi altın orantıya sadık kalınarak tasarlanmıştır. https://www.goldennumber.net/leonardo-da-vinci-golden-ratio-art/	86
Görsel 33. Pierre Jaquet-Droz'un Yazıcı (<i>The Writer</i> , 1770'ler) adlı otomata tasarımı. https://www.timeandwatches.com/p/our-visit-to-ateliers-jaquet-droz.html	88

Görsel 34. “Yaratıcılık” kavramının farklı kaynaklara göre tanımları. https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity	89
Görsel 35. Mimari tasarımdaki Örüntü Dili (<i>A Pattern Language</i> , 1977) teorisi ve öğretisi Christopher Alexander’a aittir. Bu öğreti Genel Sistem Teorisi’nin temelleri üzerine yapılanmaktadır.	92
Görsel 36. Jack Burnham ve sistem estetiğini yansıtan çalışması (1982) https://www.artforum.com/passages/melissa-ragain-on-jack-burnham-78935	94
Görsel 37. Langton’ın önerdiği sistem davranışı sınıflandırması; sabit (<i>fixed</i>), periyodik (<i>periodic</i>), karmaşık (<i>complex</i>), kaotik (<i>chaotic</i>) https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity	97
Görsel 38. Verimli karmaşıklık grafiği: Yatay eksenle sistem davranışı sabit davranıştan kaotik ve rastgele davranışa doğru ilerlemektedir. https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity	97
Görsel 39. Sistem mimarisindeki arketiplerin akış şemaları sırasıyla; <i>generative</i> , <i>generate and evaluate (with reflexive feedback)</i> , <i>interactive and adaptive</i> . https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity	98
Görsel 40. Karl Sims, Galapagos (1995) isimli çalışmasında, etkileşimli bir şekilde izleyicinin tercihlerinden yola çıkarak bir uygunluk fonksiyonu oluşturmuş ve bilgisayarlı evrimi sağlamıştır. https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Sims	103
Görsel 41. D’Arcy Wentworth Thompson’ın teorisinde göre, aynı türler arasındaki morfojenetik çeşitlilikte Kartezyen koordinat sistemi ile ifade edilebilecek ortak bir temel vardır. Çevresel ve dış kuvveler evrim sürecinde morfolojik değişimi sağlamaktadır.....	112
Görsel 42. Ernst Haeckel’in Doğanın Sanatsal Biçimleri (1904) adlı eserinden çizimleri.	113
Görsel 43. Dijital morfogenez ile tasarlanan üç boyutlu (3D) formun büyüme sürecinin aşamaları. https://n-e-r-v-o-u-s.com	115
Görsel 44. Dijital morfogenez ile tasarlanan üç boyutlu (3D) formun büyüme sürecinin aşamaları. https://n-e-r-v-o-u-s.com	116
Görsel 45. Fibonacci sayı dizisi ile oluşan ve evrensel ölçekte gözlemlenen altın oran örnekleri.....	118

Görsel 46. Lindmayer'in L-sistemi ile tasarlanmış üç boyutlu (3D) alogirtmik ağaçlar. https://en.wikipedia.org/wiki/L-system	120
Görsel 47. Bazı doğal fenomenler ve onların algoritmik – matematiksel çözümlemelerini yapan akademik kaynaklar (Casas, 2013).	123
Görsel 48. Doğadaki diferansiyel büyüme örnekleri. https://n-e-r-v-o-u-s.com	125
Görsel 49. Doğadaki diferansiyel büyüme sürecinin alogitmik biyomimikri yöntemi ile dijital ortamdaki simülasyonunun büyüme aşamaları. https://n-e-r-v-o-u-s.com	126
Görsel 50. Doğadaki yaprak damarlanması örnekleri. https://n-e-r-v-o-u-s.com	127
Görsel 51. Doğadaki yaprak damarlanması fenomeninin algoritmik biyomimikri yöntemi ile dijital platformda canlandırılması ve elde edilen morfogenetik çeşitlilik. https://n-e-r-v-o-u-s.com	128
Görsel 52. Doğadaki laplasyan büyüme süreci örnekleri. https://n-e-r-v-o-u-s.com	128
Görsel 53. Laplasyan büyüme sürecinin algoritmik biyomimikri yöntemi ile dijital ortamda simülasyonu ve büyüme sürecinin aşamaları. https://n-e-r-v-o-u-s.com	130
Görsel 54. Doğada gözlemlenen ve Reaksion-Difüzyon süreci ile açıklanan deri deseni oluşumları. https://n-e-r-v-o-u-s.com	132
Görsel 55. Reaction-Diffusion simülasyonunun aşamaları. https://n-e-r-v-o-u-s.com ...	133
Görsel 56. Oxman'ın ekibi tarafından üretilen Wanderers (2014) doğadan öykünen hücresel davranış algoritmaları ile insan bedeni formu üzerinde büyütülmektedir. https://mediatedmattergroup.com/wanderers	134
Görsel 57. Oxman'ın ekibi tarafından üretilen Aguahoja (2019) suyun harici gücü tarafından şekillendirilmiştir. https://mediatedmattergroup.com/aguahoja	135
Görsel 58. Hansmeyer'in Digital Grotesque II (2017) adlı çalışması. http://www.michael-hansmeyer.com/digital-grotesque-II	136
Görsel 59. Hansmeyer'in Subdivided Columns II (2011) adlı çalışması. http://www.michael-hansmeyer.com/subdivided-columns	137
Görsel 60. Iris van Herpen'in çeşitli dönemlere ait koleksiyonlarından örnekler. https://www.irisvanherpen.com	138

Görsel 61. Nervous System stüdyosunun New Balance markası için tasarladığı, ortopedik dengesini yaprakların dallanma algoritması aracılığı ile arayan ayakkabı tabanları (2015). https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/new-balance-midsoles/	139
Görsel 62. Niccolo Casas'ın Analogy isimli deneysel çalışması. http://www.niccolocasas.com/analogy	140
Görsel 63. Ready yazılımı ile üç boyutlu (3D) Reaction-Diffusion modeli simülasyonu.	143
Görsel 64. Tezin araştırma ve uygulama çalışılması kapsamında kullanılan özel olarak tasarlanmış yazılımın arayüzüdür. İki boyutlu (2D) <i>reaction-diffusion</i> örüntülerini yoktan büyütür ve tasarlamak için kullanılmaktadır. Sol taraftaki büyük panel, örüntünün büyüme aşamasını canlı olarak göstermektedir. Sağ taraftaki panelde ise örüntüsünün büyüme sürecine canlı müdahale eden Feed Rate ve Death rate parametleri ile morfojenlerin renklerini ayarlayan Colors parametresi vardır.	145
Görsel 66. RD örüntülerinde, hususi bir çaba olmadan tesadüfen elde edilen yüz, suret, beden ve uzuv formlarına örnekler.	147
Görsel 67. Escher'in Metamorphosis adlı çalışması. Formlar arasındaki morfoloji sürecini ardışık aşamaları ile resimlemektedir.	148
Görsel 68. RD örneğinde; hücre benzeri bir formun evrimsel sürecindeki aşamalar görülmektedir.	148
Görsel 69. RD örneğinde; genç olan hücrenin sağdan sola olan akıştaki evrim sürecinde bölünerek çoğalması ve yaşlanması görülmektedir.	149
Görsel 70. RD örneğinde; grid temelli örüntünün evrimi boyunca form değiştirmesi görülmektedir.	149
Görsel 71. RD örneğinde; yüz silüetine benzeyen form örüntüsünün morfojenetik değişimi altı aşamada görülmektedir.	149
Görsel 72. RD örneğinde; yaprak formlarının büyüme süreci aşamaları ile görülmektedir.	150
Görsel 73. RD örneğinde; grid temelli formların çiçeklenmesi süreci görülmektedir.	150
Görsel 74. RD örneğinde; simetrik büyümeyen form-bulma deneyimleri görülmektedir.	150

Görsel 75. Yakaza logosu.....	151
Görsel 76. Reaction Diffusion (2014) animasyonundan ekran görüntüsü.	152
Görsel 77. Underwater (2014) animasyonundan, balığın RD algoritması ile tasarlanan deri desenini gösteren ekran görüntüleri.	153
Görsel 78. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.	155
Görsel 79. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.	155
Görsel 80. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.	156
Görsel 81. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.	157
Görsel 82. CLO 3D yazılımının arayüzü. Gerçek kuralları doğrultusunda tasarlanmış kıyafet modelini dikip üç boyutlu (3D) avatara giydirme simülasyonunu gerçekleştirmektedir.	158
Görsel 83. Cube: Organic Geometri enstalasyonunun fotoğrafları.....	160
Görsel 84. Cube: Organic Geometri enstalasyonunun fotoğrafları.....	161
Görsel 85. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.....	162
Görsel 86. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.....	163
Görsel 87. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.....	164
Görsel 88. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.....	165
Görsel 89. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.....	166
Görsel 90. RD örüntüleri ile tasarlanmış, Viktorya döneminin grotesk estetik algısını yansıtan retro-fütüristik duvar uygulamaları.	167
Görsel 91. Tribal Transmorph (2018) çalışmasının sergileme önerisi.....	168
Görsel 92. Tribal Transmorph çalışmasının Design Week Turkey 2018'de sergilenmesi.	169
Görsel 93. Tribal Transmorph: Güney Amerika Maske 01	170
Görsel 94. Tribal Transmorph: Güney Amerika Maske 02	171

Görsel 95. Tribal Transmorph: Güney Amerika Maske 03	172
Görsel 96. Tribal Transmorph: Güney Afrika Maske 01	173
Görsel 97. Tribal Transmorph: Güney Afrika Maske 02	174
Görsel 98. Tribal Transmorph: Güney Afrika Maske 03	175
Görsel 99. Tribal Transmorph: Doğu Asya Maske 01.....	176
Görsel 100. Tribal Transmorph: Doğu Asya Maske 02.....	177
Görsel 101. Tribal Transmorph: Doğu Asya Maske 03.....	178
Görsel 102. Üstteki arayüzde üretilen RD örüntüsünün tekrarlayan yapısı alttaki örnekte anlaşılmaktadır. Üst sınır ile alt sınır ve sağ sınır ile son sınır arasında devamlılık vardır.	183

GİRİŞ

Bu tez çalışmasının konusu olan dijital tasarım sürecinde algoritmik biyomimikri yönteminin kullanımı, tasarım biliminin çağımızda ulaştığı en güncel teorik ve pratik bilginin yansımasıdır. Algoritmik biyomimikri yöntemi üzerinde akademik olarak konuşabilmek, öncelikle, Endüstri 4.0 ile başlayan yeni çağın ve yeni yaşam modelinin dinamiklerinin teorik bir altyapı olarak anlaşılmasını gerektirmektedir. Sonraki adımda, tasarım biliminin yeni çağın dinamikleri ile yaşadığı dönüşümün irdelenmesini gerektirmektedir.

Birinci bölümde; Endüstri 4.0'ın Dünya ve yaşantısı üzerinde neden olduğu köklü dönüşümler üzerinde durulmaktadır. Teknolojinin insanda uyandırdığı yeni farkındalık ve insanlığa sunduğu yeni yaşam alanı irdelenmektedir. Yeni rolleri ile yeni Dünya insanı ve bu roller içerisinde özü doğadan öğrenmek olan biyomimikri yönteminin önemi irdelenmektedir.

İkinci bölümde; Endüstri 4.0'ın dinamiklerinin tasarım biliminde yeni metodoloji, yeni teknik dil, yeni hammadde ve yeni odak noktası olarak neden olduğu dönüşümler ve bunların teorik ve uygulama alanlarında gözlemlenen sonuçları irdelenmektedir. Çağımızın tasarım yaklaşımı olan bilgisayarlı tasarım kavramı irdelenmektedir.

Üçüncü bölümde; tasarım biliminin teknoloji ile geldiği seviyede yeni açığa çıkan 'bilgisayarlı yaratıcılık' gibi bilimsel araştırma alanları irdelenmektedir. Bu yeni alanların tasarım bilimine kazandırdığı yeni faaliyetler ve yeni sorumluluklar tartışılmaktadır.

Dördüncü bölümde; başlangıcı 20. yüzyılın başlarına uzanan morfogenez çalışmaları ve bu çalışmaların günümüzdeki devamı olan dijital morfogenez kavramı irdelenmektedir. Bu alanın üzerine inşa olan algoritmik biyomimikri yaklaşımı araştırılmaktadır.

Beşinci bölümde; algoritmik biyomimikri yöntemi ile gerçekleştirilen dijital tasarım uygulama çalışmaları ve bulguları ile araştırma raporu sunulmaktadır.

1. BÖLÜM: YENİ “BİR” ÇAĞ

1.1. Sosyo-Teknolojik Fenomen

21. yüzyılın ikinci onluğunda yeni bir çağı yaşamaya başladık. Bir devir kapandı ve yeni bir devir başladı. Bilgi çağının dijital dönemi hükmünü yeni bir devire teslim etti. Yaşanan dönüşüm ileride tarih kitaplarında yer alacak nitelikte büyük. Tarımın ve yazının icadı ile nasıl yeni bir dünya yaşantısı başladıysa, bu dönüm noktalarına denk veya çok daha büyük bir dönüm noktasını yaşıyoruz. Radikal bir dönüşümün başladığını duyuran manifesto ve deklarasyonların zamanlamalarına göre bu yeni çağı yaşantıya 2015 yılından itibaren hâkim olmaya başladığını gözlemleyebiliriz. Dünya Ekonomik Forumu bu dönüşümü Endüstri 4.0 adı ile duyurmuş ve gerçekleşen dördüncü sanayi devrimine işaret etmiştir. Dördüncü sanayi devrimi, önceki sanayi devrimleri gibi, öğrenme, çalışma ve sosyalleşme yöntemlerimizden, Dünya'yı ve üzerindeki rolümüzü nasıl algıladığımıza kadar her şeyi dönüştürmektedir. Bu yeni çağın, dünya yaşantısını baştan inşa eden dinamiklerini anlayabilmek için öncelikle retrospektif bir yaklaşım ile geçmişten bugüne olan dönüşüm örüntüsünü incelemek gerekir. Bu gerekçe ile modern yaşantının başlangıcı olarak kabul edebileceğimiz birinci sanayi devriminden itibaren günümüze doğru gelen ve yaşanan dönüm noktalarını neden oldukları temel değişimlerle gösteren bir tarih cetveli sunulmuştur.

Bu tarih cetvelinin ne ifade ettiğini ve nasıl okunacağını anlatmak gerekirse; İnsanlığın yaşadığı her belirgin değişimin merkezinde bir tür teknoloji vardır. Medeniyeti inşa eden insanlık ve teknolojik gelişmeler, hiçbir zaman birbirinden bağımsız hareket edememektedirler. Teknoloji devamlı olarak gelişmekte ve geliştikçe de toplumun yaşantısını değiştirmektedir. Toplumun yapısı teknolojik gelişmelerden sürekli etkilenirken, teknolojik gelişmeler de toplumun değişiminden etkilenmektedir (Artut, 2014). Teknoloji ve toplumu inceleyen bilim olan sosyoloji arasındaki bu ilişki doğal bir olgudur; yani bir fenomendir. Bu nedenle; teknolojinin neden olduğu toplumsal değişim ile ilgili kronolojik bilgi veren bu tabloya Sosyo-Teknolojik Fenomenin Tarih Cetveli adı verilmiştir (Bkz. Görsel 1).

SOSYO-TEKNOLOJİK FENOMENİN TARİH CETVELİ					
	Buhar Çağı	Petrol Çağı	Bilgi Çağı: Analog Dönem	Bilgi Çağı: Dijital Dönem	Yeni Başlayan Çağ
Devrim	1. Sanayi Devrimi	2. Sanayi Devrimi	3. Sanayi Devrimi		4. Sanayi Devrimi
Teknoloji	Buhar ve Su Gücü	Petrol ve Elektrik	Bilgisayar	İnternet	Yapay Zeka
Dönüşüm	Makineleşme	Elektriklenme		Akıllanma	İdraklanma
Algı	Teknoloji Kavramı Günlük Yaşam Kavramı		Bilgi Kavramı		Süreç Kavramı
Manifesto			FTF Manifestosu (1964)	FTF Manifestosu (2000) ICOGRADA Manifestosu (2000)	ICOGRADA Manifestosu (2011) DIT Raporu (2015)
	1760 ◀ 140 Yıl ▶	1900 ◀ 70 Yıl ▶	1970 ◀ 30 Yıl ▶	2000 ◀ 15 Yıl ▶	2015

Görsel 1. Sosyo-Teknolojik Fenomenin Tarih Cetveli

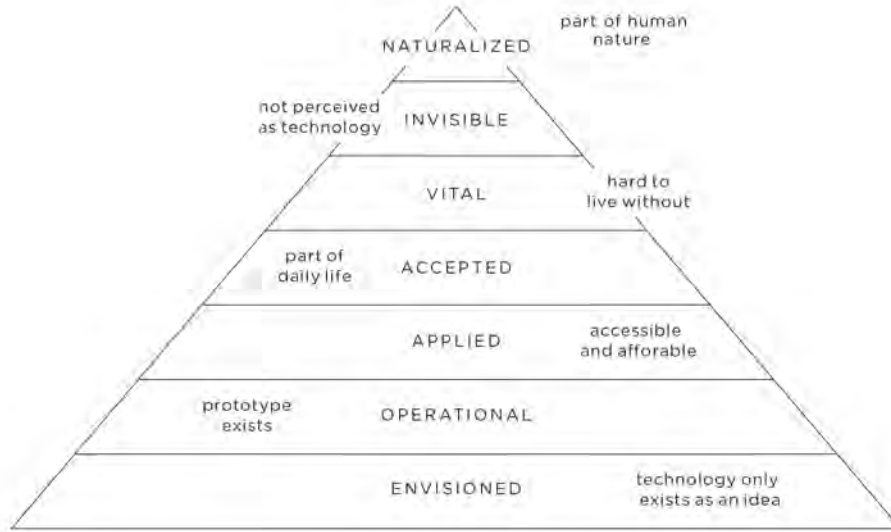
Bu tarih cetvelinde; modern yaşantının başlangıcından itibaren yaşanmış dönemler, hüküm sürdükleri zaman aralıkları ile kronolojik olarak sıralanmıştır. Her yeni çağ gerçekleşen bir sanayi devrimi ile hüküm sürmeye başlamaktadır.

Sanayi devrimlerinin hangi tarihler arasında gerçekleştiğini ve çağların kaç yıl hüküm sürdüğünü belirten ve Dünya tarafından ortak kabul gören kesin rakamlar yoktur. Çok sayıda kaynak farklı tarih aralıklarını açıklamaktadır. Fakat bu tarihler genel olarak birbirlerine çok yakındır ve başından veya sonundan birkaç yıl fark etmek üzere aynı tarih aralığını işaret etmektedir. Bu cetvelde ise, tarih aralıklarının sınırları genel kabul ile aynı dilimi kapsayacak şekilde ama görsel iletişim tasarımı disiplinin penceresinden bakılarak belirlenmiştir. Hesaplama; her biri farklı bir zaman ruhuna sahip olan on yıllık dönümler, değişimin katlanarak artan hızı fenomeni ve yaşanan çağların bu disiplinindeki yankıları olan manifestoların zamanlamaları birlikte göz önünde bulundurulmuştur.

Sanayi devrimlerini tetikleyen üç ana etmen vardır; bunlar yeni enerji kaynağı, yeni iletişim sistemi ve yeni finans sistemidir (Brown, 2015). Yeni enerji kaynağı, yeni iletişim sistemini güdüler ve yeni finans sistemi ise bu olgunun sermayesini sağlar. Bu etmenler arasında öngörülmesi zor bir sinerji vardır. Başka bir bakış açısında ise; teknolojiye devamlı olan gelişme, sanayinin bir önceki haline göre devrim niteliğinde olan bir anlayış ve yöntem ile üretme seviyesine ulaşmasını sağladığın-

da, sanayinin dünya yaşantısı için ürettiği ürün ve hizmetler köklü bir şekilde değişime uğrar. Ekonomik düzende ve toplumsal yapıda derin bir dönüşümün süreci tetiklenmiş olur. Sanayi devrimlerindeki dönüşüm sadece üretimin hızlanması ve kolaylaşmasından ibaret değildir. Dünya yaşantısı ve sosyal düzen başkalaşır, kabuk değiştirir ve yeni bir çağ başlar.

Her çağda yaşanan köklü değişimlerin arkasındaki etmen, çağın yeni genel amaçlı teknolojisinin gündelik yaşantıya hâkim olmasıdır. Yeni bir teknolojiyi, gündelik yaşantımızın idamesinin hemen her kararında yardım olarak kullanmaya başladığımız zaman, söz konusu teknoloji ‘genel amaçlı teknoloji’ olmuş demektir. Ateş, elektrik ve internet vazgeçilmez genel amaçlı teknolojilerdir. Yapay zekâ ise yeni çağın yaşantımıza hâkim olmakta olan genel amaçlı teknolojisidir. Yeni bir genel amaçlı teknolojiyi benimsemek ve gündelik yaşantının her anına entegre etmek, elbette ki alışkanlıklarımızda ve davranış örüntülerimizde köklü değişimlere neden olur.



Görsel 2. Yeni bir teknolojinin, bir fikir olarak doğduğu ilk evresinden insan doğasının görünmez bir parçası olduğu son evresine doğru olan aşamaları.

Sanayi devrimlerini tetikleyen bu yeni genel amaçlı teknolojilerin yaşantıda neden olduğu değişimleri, işlevsel dönüşüm ve algısal dönüşüm olmak üzere iki ana kategori altında düşünebiliriz. Bu iki kategori, tarih cetvelinin satırlarında “Dönüşüm” ve “Algı” olarak yer almıştır (Bkz. Görsel 1). İşlevsel dönüşüm; insanın günlük yaşamına hizmet eden ürün ve hizmetlerdeki teknolojik gelişimin niteliğini ve sonu-

cunda şekillenen yeni davranış ve alışkanlıkları ifade eder. Algısal dönüşüm; insanın Dünya ve yaşantısını algılamasındaki kavramsal genişlemeyi ve sonucunda oluşan algı sıçramasını ifade eder. Gündelik lisanımızda sıkça kullanmaya başladığımız yeni metaforlar, eylemlerimizi derinden etkilemektedir, çünkü bu metaforlar anlayışımızı şekillendirmektedir. Elbette “işlevsel dönüşüm” ve “algısal dönüşüm” arasında birbirlerini devamlı tetikleyen bir sinerji vardır.

İşlevsel dönüşüm sürecini somut bir örnek ile incelemek için ev temizliği hizmetini ele alabiliriz. Ev temizliği insanın rutin görevleri arasında tarih boyunca olmuş temel bir gereksinimdir. Evi bir teknolojinin yardımı ile kolayca temizlemek modern yaşantının olanaklarındandır. Ev temizliği hizmetine yardımcı olan teknolojinin geçirdiği evrimi cetvelin “dönüşüm” satırındaki aşamalara göre gözlemleyelim (Bkz. Görsel 3). Önceleri fırça süpürge olan temizlik teknolojisi, buhar çağında mekanik bir düzenele ile “makineleşmiş”, temizliğin tamamlanması için gereken emek ve zaman azalmıştır. Petrol çağında “elektriklenmiş” ve günümüzde kullanımı hala en yaygın olan elektrikli süpürge haline gelmiştir. Elektrikli motorun sağladığı vakum gücü ile başarıyı artmıştır. Elektrikli süpürge, dijital dönemdeki internet ile akıllanma sürecinden belki çok yararlanamamıştır. Ama yeni çağın yapay zekâ ve robot teknolojisi ile hem “akıllanmış” hem de “idraklanmıştır” ve temizlik robotuna dönüşmüştür. Temizlik robotu ait olduğu evin haritasını çıkarır. Üzerinde bulunduğu zeminin ve çevresindeki eşyaların farkında olarak insan idaresi gerektirmeden temizlik işlemini tamamlar. İnternet aracılığı ile yazılımını devamlı günceller ve evin sahibi ile iletişime geçerek talimatları uzaktan alır.



Görsel 3. Ev temizliği teknolojisindeki dönüşümü; makineleşme, elektriklenme ve idraklanma aşamaları ile gösteren infografik.

Başka bir örnek olarak banka hizmetlerini inceleyebiliriz. Bankacılığın tarihi M.Ö. 2000'li yıllara kadar uzanırken, 18. yüzyılda birinci sanayi devrimin ürettiği yeni tüccar ve imalatçı sınıf ile gelişen finansal sistem ve bu sistemin taleplerine gereken arzı veremeye yetkin yeni teknoloji, beraberinde modern bankacılığın doğmasını; yeni banka hizmetlerinin gelişmesini ve makineleşmesini sağlamıştır. Bu hizmetler, ikinci sanayi devrimi sonrasında elektrikleşmiş, daha fazla otomasyon ile verimliliği artmış ve kredi kartı teknolojisine kadar ulaşmıştır. Üçüncü sanayi devriminin analog döneminde bilgi teknolojisi ile tanışmış, hizmetlerin büyük çoğunluğu bilgisayar aracılığı ile gerçekleşmeye başlamış, hizmetlerindeki çeşitlilik ve verim olarak ileri bir artış göstermiştir. Üçüncü sanayi devriminin dijital döneminde ise İnternet ile tanışarak akıllanmış, sofistikeleşmiş ve taşınabilir teknolojiler ile insana her an her yerde bankaya gitme gereksinimi olmadan hizmet vermeye başlamıştır. Dördüncü sanayi devrimi ile idraklanan hizmetler, banka personelini aradan çıkarak yapay zekâ yardımı ile yönlendirme ve danışmanlık sunmaktadır. Dahası, icat edilen “blockchain” teknolojisi ile; bankacılık hizmetleri bir merkez tarafından yönetilmekten kurtulmuş, dijital dünyanın fiziksel dünyadan ayrışan kendi ekonomi sistemi ve kripto para birimi belirmeye başlamıştır (Mounier-Kuhn, 2013).

Ev temizliği ve bankacılık hizmetlerinin özelinde gözlemlenen bu dönüşüm süreci modern yaşantıyı oluşturan hemen her ürün ve hizmette gözlemlenebilmektedir. Bütün bu aşamalı gelişmeler insanın yaşantısını oluşturan rutin davranışlarını ve alışkanlıklarını da köklü bir şekilde dönüştürmektedir.

Yaşantıdaki bu işlev-güdümlü dönüşüm, algısal sıçramalara neden olarak bazı kavramların semantik olarak zenginleşmesini ve ön plana çıkmasını tetikler. Bu kavramların literatürdeki varlığı insan için yeni olmayabilir. Fakat çağın teknolojisinin sunduğu yeni işlevsel faaliyetin modern yaşantıya yön vermesi ile bu kavramların gizil gücünün açığa çıkmasına, insanlığın algısında anlamının derinleşmesini ve zenginleşmesine neden olur. Teknoloji, çağ boyunca bu kavramın güdümünde yaşantıyı ve davranışları şekillendirir. Kavram, ait olduğu çağın karakterini oluşturur ve insanın o çağ boyunca etüt edeceği yeni ders haline gelir. Kabuk değiştiren ve baştan şekillenen yaşantının yeni dinamikleri insan tarafından fark edildikçe, değişimin tetiklediği heyecan ve motivasyonun da etkisiyle, değişimi ve dönüşümü duyuran manifestolar açığa çıkar.

Tarih cetvelindeki “Devrim” satırı çağların başlangıcına neden olan sanayi devrimlerini belirtir. “Teknoloji” satırı, dönüşümlere neden olan çağın yeni genel amaçlı teknolojisini belirtir. “Dönüşüm” satırı çağın teknolojisinin ürün ve hizmetlere kazandırdığı teknolojik işlevin karakterini belirtir. “Algı” satırı teknolojinin işlevsel karakteri ile semantik olarak zenginleşen, ön plana çıkan ve yaşantının şekillenmesini yöneten kavramı belirtir. “Manifesto” satırı şekillenen yeni modern yaşantının dinamiklerini duyuran manifestoları belirtir.

1.1.1. Antroposen Dönemi

Önceki sanayi devrimlerini retrospektif olarak incelemekten önce, birinci sanayi devriminin insana verdiği gücün Dünya’ya olan etkileri ile başladığı düşünülen Antroposen dönemine değinmek önemlidir.

Antroposen, toplu insan aktivitesinin biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçlerinin Dünya’nın yüzeyinde ve çevresindeki etkisini vurgulayan kavramın en son ifadesidir. 2000’li yılların başlarından itibaren bilim adamları bu terimi, mevcut hızlandırılmış insan yapımı jeolojik çağı, durağan durumda olan 10.000 yıl yaşındaki Holosenden ayırt etmek için kullanmaktadır (Zalasiewicz, 2008). Bu tanım; petrol üretimindeki zirve nokta, küresel ısınma ve gerektirdiği yavaşlama zorunluluğu gibi konularda düşünmek için faydalı bir evrimsel çerçeve olarak kabul edilmektedir (Grinevald, 2008).

Antroposen teriminin temel olarak ifade etmek istediği; Dünya şu anda Halosen adı verilen mevcut jeolojik çağın dışına çıkmaktadır ve insan aktivitesi büyük ölçüde bundan sorumludur. İnsanlık kendi başına bir küresel jeolojik güç haline gelmiştir (Steffen, Grinevald, Crutzen, & McNeill, 2011). Bu gerçek, küresel çevrenin rasyonel bir şekilde yönetilebilmesi için yeni etik, bilimsel yöntem ve politikaları gerektirmektedir (Chunglin, 2006).



Görsel 4. Antroposen döneminin etkilerinden olan şehir ışıkları ve insan yapımı adalar.

Gece yanan şehir ışıklarının, Dünya'nın milyonlarca yıldır değişmemiş olan gece görüntüsünü son yüz yıl içerisinde değiştirmiş olması ve neden olduğu ışık kirliliği ile Dünya'nın sadece görüntüsünde değil ekosisteminde de belirgin değişikliklere neden olması, Antroposen döneminin etkilerindendir. Dubai'deki insan yapımı adaların Dünya'nın coğrafyasını uzaydan dahi fark edilebilir boyutta değiştirmiş olması da bir diğer örnektir (Bkz. Görsel 4).

1.1.2. Birinci Sanayi Devrimi: Buhar Çağı

18. yüzyılın ikinci yarısında Dünya'nın yeni enerji kaynağı odundan kömüre dönüşümce, buharın gücü fark edilmiş ve yönetilmeye başlanmış, buharla çalışan makineler icat edilmiştir. Dünya makineleşme ile tanışmıştır; mekanik güç kas gücünün yerini almıştır. 19. yüzyıl boyunca gelişen yeni makineler insan emeğine olan gereksinimi azaltmıştır. Buharlı gemi ve trenler toplu ve hızlı ulaşım olanaklarına yol açmıştır. Yeni iletişim sistemi, buhar gücüyle çalışan baskı makineleri ve buhar gücüyle sağlanan ulaştırma olanakları ile şekillenmiş ve ayrıca yaygın eğitimi de olası kılmıştır. Fiziki mesafeler zaman ölçeğinde gittikçe azalmış ve bütün bunlara bağlı olarak insanların zaman ve mekân algısı başkalaşıma uğramıştır (Artut, 2014). Dünya tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine doğru ilerler. Sanayi ekonomisinin finansal simgesi olarak beliren borsa ve modern bankacılık dönüşüm için gereken ekonomik desteği sağlamıştır.

18. yüzyılın son yarısında gerçekleşen birinci sanayi devrimi dünya yaşantısı için çok köklüdür; “modern yaşantı” denilen olguyu başlatmıştır. Tarihte ilk defa, orta gelirli bireyler daha önceleri yalnızca zenginlerin ulaşabildiği ürün ve hizmetlere ulaşmaya başlamıştır. Sanayi devrimi üretimi arttırmış ve geniş yelpazede çokça ürün ve hizmeti sunmuştur. Bütün bu dönüşümlerin temel etkeni olan “teknoloji” kavramı dahi birinci sanayi devriminden sonra görünür olmuştur, öncesinde tarih boyunca görünmez bir güç olarak kalmıştır. 1802 yılında, Almanya'daki Gottingen Üniversitesinde ekonomi profesörü olan Johann Beckmann bu yükselen gücün ismini “teknoloji” olarak belirlemiştir. Beckmann, mimarlık, kimya, metal işçiliği ve imalat gibi zanaatların hızlı yayılımı ve artan önemi nedeniyle sistematik bir düzen ile öğretilmelerinin gerektiğini ve her birinin bilgi alanının birbirine bağlı olduğunu söylemiştir. Beckmann, keşfettiği bağı sentezleyerek tek bir müfredatta birleştirmiş ve “Guide to Technology” ders kitabını yazmıştır (Kelly, 2010).

Birinci sanayi devriminin dünya yaşantısında neden olduğu dönüşüm ile belirmeye başlamış bir kavram daha vardır; bu “gündelik yaşam” algısıdır. Birinci sanayi devriminden önce “gündelik yaşam”, bir kelime grubu olarak insanın haznesinde var olmasına rağmen, taşıdığı anlamın derinliği sığdır, bir algı değildir, zaman dilimini ifade etmektedir ve önemsizdir. Günümüzde ise; insanın sarf ettiği bütün gayretin temelini oluşturmaktadır. Nihai olan esas birimdir çünkü döngüsü ile yaşantıyı

oluşturmaktadır. İnsanın yaşantısını olağandışı sonuçlara sürükleyebilecek olağan faaliyetlerin tekrar ettiği kaçınılmaz süreçtir. Guy Debord'un ifadesiyle "bütün her şeyin ölçüsüdür" (Reilly, 2013). Bu nedenle de birçok bilim dalının ve mesleğin ana kavramı ve odak noktasıdır. Gündelik yaşam kavramının evrim sürecini inceleyen bilimsel literatüre önemli bir katkı, felsefeci ve sosyolog Henri Lefebvre'nin yazıdır. Lefebvre'ye göre "gündelik yaşam" 19. yüzyıl ile açığa çıkmış bir modern fenomendir. Kapitalizm ve sanayileşmenin insanın varoluşu ve farkındalığı üzerine olan etkisidir (Felski, 2000). İnsanlar yığınlar halinde büyük şehirler ve modern imkanlar içerisinde bütünleştikçe, yaşantının düzenli ve tekrar eden yönü görünür ve önemli olmaya başlamıştır. Sanayi devrimi ile beliren modern yaşantının sundukları gün denilen zaman dilimini değerli kılmış ve yeni bir farkındalık doğmuştur. Devletin soyut halinin mekân-zamanda yoğunlaşması olan şehir, Henri Lefebvre için gündelik olanın devriminin yeridir. Gündelik yaşam hem sahnedir hem de topyekûn bir meseledir (Lefebvre, 2004).

1.1.3. İkinci Sanayi Devrimi: Petrol Çağı

19. yüzyılın sonlarında doğru, Dünya'nın yeni enerji kaynağı olarak beliren petrol, kömürün yerini almıştır. Elektriğin icadı bir diğer yeni enerji kaynağını sağlamıştır. Elektrik ve petrol sayesinde icat olunan arabalar, uçaklar, otoyollar, telgraf ve telefon, yeni iletişim sistemini şekillendirmiştir. Bu gelişimlerin sermayesini sağlayan yeni finansal sistem ise beliren limitet şirket modeli olmuştur. Fabrikalardaki montaj hattının geliştirilmesi sanayide seri üretimi dönemini başlatmıştır. Makineler insan emeğine olan gereksinimi daha fazla azaltmıştır. Modern yaşamın ürün ve hizmetleri elektrikli ve akaryakıtlı motorlar ile tanışmıştır. İnsanların ve fikirlerin serbest dolaşımı küreselleşmenin ilk dalgasını başlatmış ve firmaların çok uluslu yapılara sahip olmasına yardımcı olmuştur.

1.1.4. Üçüncü Sanayi Devrimi: Bilgi Çağı

1960'ların sonunda icat olunan mikroişlemci teknolojisi, 1980'lerde kişisel ev bilgisayarına dönüşecek olan mikrobilgisayarların dönemini başlatmıştır. 1970'ler ile yaşanan bu dönüşüm üçüncü sanayi devriminin ve Bilgi Çağı'nın başlangıcı olmuştur. Sanayinin üretimden işletmeye uzanan hemen her süreci, elektronik ve

bilgi teknolojisinin birleşimi ile otomasyona kavuşmuştur. Fabrikalar programlanabilir robot kollar ile üretimde otomasyonu tanımıştır. Makineler insan emeğine olan gereksinimi daha da fazla azaltmıştır. Önceki iki devrimi güdüleyen etmen kömür ve petrol gibi doğal bir enerji kaynağı iken, üçüncü devrimi güdüleyen etmen bilgi ve işlem gücü gibi soyut ve kavramsal bir kaynak olmuştur. Üçüncü sanayi devriminin öncesindeki iki devrime göre sahip olduğu bu farklı dinamik, olgunlaşmasında da farklı bir süreç izlemesini sağlamıştır. Bilgi çağı ile açığa çıkan modern bilgi ve iletişim teorisi, bütün bilimsel disiplinlerin kuramsal ve pratik alanlarına nüfuz ederek etkisi altına almıştır. Bilgi çağının bu teorilerin ışığında olan algı sıçraması 'bilgi kavramı' üzerinedir. 'Bilgi' kelimesinin taşıdığı anlam derinleşmeye ve dünya yaşantısı için önem kazanmaya başlamıştır. Bilgisayar teknolojisi bilgiyi değerlendirebilmeye, yönetebilmeye, aktarabilmeye ve saklayabilmeye olanak sununca, soyut olan bilgi kavramı insanın zihninde somutlaşmış, yeni çağrışımlar ve yankılaşımalar kazanmış ve yaşamın birçok ögesinde kullanabileceği bir araca dönüşmüştür (Gleick, 2010). İnsana karar oluşturma sürecine açılan demokratik bir erişim sunmuştur. Hatta bilgi, yeni ticari para birimi haline gelmiştir. 'Bilgi Çağı' teriminin ilk kayıtlı kullanımı ise ABD'nin savunma müteahhitlerinden olan Itek Corporation'ın kurucusu Richard Leghorn'un 1960 yılında yayınlanmış Top Management isimli el kitabında yer almıştır (OED, 2009).

Bilgi çağı dijital dönüşümün başlangıcıdır. Bu dönüşüm halen devam etmektedir; analog teknolojinin yaşamımızı donatan ürün ve hizmetleri dijitale dönüşürken, ayrıca dijital platformun olanakları ile var olan yeni ürün ve hizmetler de açığa çıkmaktadır.

Harvard Innovation Lab ve BestReviews.com tarafından hazırlanan bir kısa filmde, çalışma masasının üzerini kaplayan ve gündelik yaşamımızı şekillendiren ürün ve hizmetlerin, 1980 yılından 2014 yılına kadar olan 35 sene süresinde, nasıl analogdan dijitale dönüştüğünü göstermektedir (BestReviews, 2014). Bu kısa film, başarılı bir infografik anlatım dili ile somut ve sabit olandan sanal ve taşınabilir olana geçişi, yani insanlığın fiziksel atmosferden dijital atmosfere olan göçünü gözler önüne sermektedir (Bkz. Görsel 5).

Bu dönüşümde internetin rolü çok büyüktür ve bilgi çağı içerisinde başlı başına yeni bir dönem başlatmıştır. Bu nedenle tarih cetvelinde internet öncesi analog

dönem ve internet sonrası dijital dönem olmak üzere iki ayrı bölümde incelenmektedir. 1994 yılında hizmete giren internet, 2000'ler ile bütün Dünya genelinde kullanılan bir genel amaçlı teknoloji haline gelmiştir. İnternet yeni dönemin iletişim sistemidir. Fakat bu görevinin de ötesinde bir konuma ulaşmış, 'sanal Dünya' olarak tabir edilen bir platform, barınak, yuva haline gelmiştir. Her an oradadır ve her an canlıdır. Gündelik yaşantıyı şekillendiren çok sayıda yeni ürün ve hizmet, internetin varlığına dayalı olarak geliştirilebilmiştir. İnternet erişimine kavuşan makineler küresel bilgi ve içerik ağına bağlanarak akıllı (*smart*) niteliğini kazanmıştır. Akıllı telefon ve akıllı televizyon bunlara örnektir. Bu cihazlar elektriksiz çalışmazken, internetsiz ise neredeyse işlevsiz kalırlar. Bu durum, internetin bir genel amaçlı teknoloji olarak ulaştığı vazgeçilmezliği göstermektedir.

Görsel iletişim tasarımı mesleğinin yaşanan bu radikal dönüşümlere karşı verdiği tepki yayınlanan manifesto ve raporlardan anlaşılmaktadır. Birincisi 1964 yılında duyurulan First Things First manifestosu, üçüncü sanayi devrimi ve bilgi çağı ile hızla değişen Dünya'nın tetiklediği bir yankıdır. Bu manifesto, modern yaşantının kapitalist düzenine karşı durarak, tasarım mesleğinin insancıl değerlere hizmet etmesi gerektiğini savunmuştur. 2000 yılında yayınlanan ikinci First Things First manifestosu ve Icograda Tasarım Eğitimi manifestosu, Dünya'ya hâkim olan dijital dönemin tetiklediği manifestolardır. Elbette ki aynı yılda yayınlanmaları bir tesadüf değildir; köklü değişimi ve getirdiği yeni Dünya düzenini fark eden kurumların verdiği eşzamanlı bir tepkidir. İkinci First Things First manifestosu insancıl söylemini bu sefer yeni Dünya düzeninin kapital enstrümanlarını kapsayacak şekilde güncellemiştir. Icograda Tasarım Eğitimi manifestosu ise köklü dönüşüm karşısında güncelliğini tamamen yitirmiş olan tasarım eğitiminin, çağdaş teknolojinin sunduğu metodolojileri ve algıları benimsemek üzere güncellenmesi gerektiğini savunmuştur. Icograda bu manifestodan 11 yıl sonra 2011'de, dijital dönüşümün sonucu olarak hızlı değişen Dünya dinamiklerine yeniden uyum sağlamak üzere yeni bir manifesto duyurmuştur. Bu ikinci manifestoyu tetikleyen ise yaklaşan dördüncü sanayi devriminin hissedilen sancılarıdır.



Görsel 5. Bilgi çağı ile başlayan dijitalleşme döneminde analogdan dijitale dönüşen ve gündelik yaşantımızı şekillendiren ürün ve hizmetler.

<https://bestreviews.com/electronics#evolution-of-the-desk>

1.1.5. Dördüncü Sanayi Devimi: Endüstri 4.0

21. yüzyılın ikinci onluğunda, yapay zekâ teknolojisindeki önemli ilerleme ve bu teknolojinin sanayi ile entegrasyonu, dördüncü sanayi devrimini, yani Endüstri 4.0'ı gerçekleştirmiştir. Yapay zekâ ile tanışan ve idraklanan makineler, önceki devrimlerden farklı olarak bu sefer, insan zekâsının yerini almaya başlamıştır.

İnsanlık, yaşama, çalışma ve birbiriyle ilişki kurma biçimini temelden değiştirecek bir teknolojik devrimin eşiğinde durmaktadır. Bu dönüşüm; ölçek, kapsam ve karmaşıklık (*complexity*) bakımından insanlığın daha önce yaşamış olduğu hiçbir şeye benzemeyecektir. Bu olgunun kendini nasıl göstereceği henüz bilinmemektedir. Ancak açık olan bir şey vardır, buna karşı verilecek cevap bütünlük ve kapsayıcı olmalıdır. Kamudan özel sektöre, akademiye ve sivil topluma kadar küresel yönetimin tüm paydaşlarını içine almalıdır (Schwab, 2016).

Birinci sanayi devrimi üretimi mekanize etmek için su ve buhar gücünü kullanmıştır. İkincisi, kitlesel üretim yaratmak için elektrik gücünü kullanmıştır. Üçüncüsü, üretimi otomatikleştirmek için elektronik ve bilişim teknolojilerini kullanmıştır. Şimdi, dördüncü sanayi devrimi, yani Endüstri 4.0, geçen yüzyılın ortasından bu yana gerçekleşen dijital devrimin üzerinde yükselmektedir.

Endüstri 4.0; karakterini fiziksel, dijital ve biyolojik alanlar arasındaki çizgileri bulanıklaştıran teknolojilerin kaynaşmasından almaktadır.

Karşılaştığımız köklü dönüşümlerinin üçüncü sanayi devriminin bir uzantısını temsil etmeyip, aksine dördüncü ve ayrı bir aşamanın gelişini göstermesinin üç nedeni bulunmaktadır; bunlar hız, kapsam ve sistemlere olan etkisidir. Mevcut gelişmelerin hızının tarihte daha önce emsali görülmemiştir. Daha önceki sanayi devrimleri ile karşılaştırıldığı zaman, Endüstri 4.0 doğrusal bir hız yerine katlanan bir hızda gelişmektedir. Dahası, her bir ülkedeki neredeyse bütün endüstrileri alt üst etmektedir. Bu değişikliklerin genişliği ve derinliği, üretim, işletme ve yönetimin tüm sistemlerinin dönüşümünü haber vermektedir.

Örneği görülmemiş bir işlem gücü, depolama kapasitesi ve bilgiye erişim ile mobil cihazlarla bağlanan milyarlarca kişinin olanakları sınırsızdır. Bu olanaklar; yapay zekâ, robotik, nesnelerin interneti, otonom araçlar, üç boyutlu (3D) yazdırma, na-

noteknoloji, biyoteknoloji, malzeme bilimi, enerji depolama ve kuantum bilgisayımı gibi alanlarda ortaya çıkan teknoloji atılımları ile daha da oalacaktır.

Yapay zekâ, Endüstri 4.0 ağının sunduğu genel amaçlı teknolojidir. Halihazırda yapay zekâ, kendi kendine giden arabalar ve dronlardan sanal asistanlara ve tercüme eden veya yatırım yapan yazılımlara kadar etrafımızı kuşatmış durumdadır. Yakın zamanda yapay zekâ alanında, bilgisayım gücündeki katlanan artış ve kullanıma hazır devasa miktarda verinin güdümü ile, yeni ilaçları keşfetmek için kullanılan yazılımlardan kültürel ilgilerimizi tahmin etmek için kullanılan algoritmalara kadar önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Aynı zamanda, dijital fabrikasyon teknolojileri biyolojik Dünya ile gündelik bazda etkileşim kurmaktadır. Mühendisler, tasarımcılar ve mimarlar; bilgisayarlı tasarımı, katmanlı üretimi, malzeme mühendisliğini ve sentetik biyolojiyi birleştirerek mikroorganizmalar, vücutlarımız, tükettiğimiz ürünler ve hatta yaşadığımız evler arasında bir ortak yaşama öncülük yapmaktadır (Schwab, 2016).

Bir diğer değişle Endüstri 4.0, bizim sadece ne yaptığımızı değil ne olduğumuzu da değiştirecektir. Bu olgu bizim kimliğimizi ve onunla ilişkili, gizlilik duygumuz, sahip olma kavramlarımız, tüketim yapılarımız, iş ve boş zamana ayırdığımız zaman, kariyerimizi geliştirme, becerilerimizi ilerletme, insanlarla tanışma ve ilişkiler kurma biçimlerimiz gibi tüm konuları etkileyecektir. Bu durum halihazırda sağlığını değiştirmektedir ve düşündüğümüzden daha kısa süre içinde bu insanların başkalaşmasına yol açabilecektir. Listenin sonu yoktur, çünkü bu ancak bizim hayal gücümüzle sınırlıdır.

Ne teknoloji ne de onunla birlikte gelen bozulma, insanların kontrolü dışında dışsal bir güç değildir. İnsanlık, vatandaş, tüketici ve yatırımcı olarak verdiği gündelik kararlarda onun evrimine kılavuzluk etmekten sorumludur. Bu nedenle insanlık, dördüncü sanayi devrimini şekillendirme ve onu ortak hedefleri ve değerleri yansıtan bir geleceğe doğru yönlendirme fırsatı ve gücünü yakalamalıdır.

Ancak bunu başarabilmek için, teknolojinin yaşamları nasıl etkilediği ve ekonomik, sosyal, kültürel ve insan ortamlarını nasıl şekillendirdiği konusunda kapsamlı ve küresel olarak paylaşılan bir görüş geliştirilmelidir. Daha önce bundan daha büyük bir ümit verici durum veya daha büyük bir potansiyel risk ile karşılaşmamıştır. Ancak bugünün karar vericileri, geleceğimizi şekillendiren bozulma ve inovasyon güç-

leri üzerine stratejik düşünemeyecek kadar, geleneksel ve doğrusal düşünce tarzında sıkışıp kalmış durumdadır (Schwab, 2016).

Sonuçta tüm bunlar insan ve değerleri ile ilgilidir. İnsanlara öncelik vererek ve onları güçlendirerek insanlık için işe yarar bir geleceği şekillendirmek gerekmektedir. Endüstri 4.0, en ümitsiz, insanlıktan çıkmış hali ile gerçekten de insanları 'robotize' etme ve kalbinden ve ruhundan yoksun bıraktırma potansiyeline sahip olabilir. Ancak bunun zıttı olarak insanlığı, doğasındaki yaratıcılık, empati, hizmet gibi en iyi niteliklerine bir tamamlayıcı olarak, ortak bir kader duygusuna dayalı yeni bir kolektif ve ahlaki bilince de yükseltebilir.

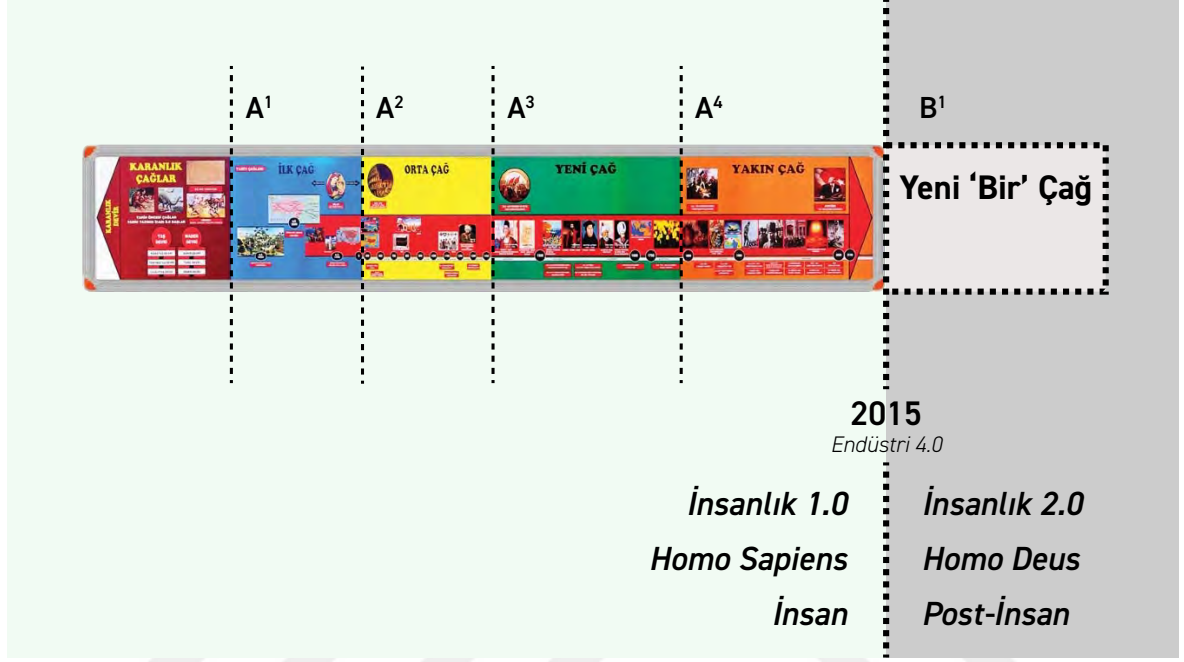
1.2. Yeni “Bir” Çağ

Kapısından içeri adımımızı attığımız bu yeni çağın, tarihte daha önce benzeri görülmemiş kendine has dinamikleri ve yapıtaşları vardır. Teorisiyle çağın karakterini oluşturan ve pratiğiyle ise yeni yaşantının devinimindeki çarkları oluşturan değerleri vardır. Elbette ki bütün bu anlatılan köklü dönüşümün lokomotifi teknolojidir. Ama bu yeni çağın yüksek derece heyecan verici ve merak uyandırıcı olmasının sebebi, önümüze serilen sayısız yeni teknolojik olanağın ve yaşam tarzının ötesinde, felsefi derinliği ve bunun önümüzde açtığı yeni algı kapısıdır. Bu yeni algı bize, alametifarikamız olan teknolojinin hakikatini, evrim yolculuğumuzun rotasını ve insan olarak bizim bu serüvendeki rolümüzü anlatmaktadır.

Geleceği şekillendiren bu fenomen üzerine araştırmalar yapan ve öngörülerde bulunan üç fütürist bilim insanı, Kevin Kelly, Yuval Noah Harari ve Raymond Kurzweil söylemleri ile bütün Dünya'nın dikkatini çekmiş durumdalar. Artık öngöründe bulunmanın ötesinde, düşünceleri ile geleceği icat ve inşa eden bir rol almaktadırlar.

Kelly, Harari ve Kurzweil'in söylemleri incelendiğinde, farklı üsluplarla ve farklı odak noktalarıyla da olsa aynı yeni Dünya'yı modelini anlattıkları fark edilmektedir. Bu üç bilim insanının bulguları birbirlerini destekler niteliktedir ve dünya yaşantısı için ortak bir kaderi anlatmaktadır. Üçünün de vurguladığı ortak bir gerçek, yaşamaya başladığımız yeni çağın, evrim tarihinde benzeri olmayan bir milat olduğu ve etkilerinin de bu denli olacağıdır. Yaşanan dönüşümün tarihsel ölçeğini tanımlayabilmek için, günümüzden önceki bütün çağları organik evrimin başlangıcına kadar

tek bir sayfa olarak kabul edebilir ve yaşamaya başladığımız yeni çağı ise inorganik evrimin başlangıcı olarak kabul edip önceki yaşanmış bütün tarihe denk ikinci bir sayfa olarak düşünebiliriz (Bkz. Görsel 6). Bu gerekçe ile, tezin bu kısmında, onların söylemlerine dayanarak üçünün bulgularını birleştiren, yeni çağın yeni Dünya modeli ve insanın buradaki rolü aktarılacaktır.



Görsel 6. Yaşamaya başladığımız yeni çağın önceki çağlara göre tarihsel ölçeği.

1.2.1. Teknolojiye Dair Yeni Farkındalığımız

Yeni Dünya modelinin anlaşılması için öncelikli olarak irdelenmesi gereken fenomen, bütün bu anlatılan köklü dönüşümlerin lokomotifleri olan 'teknoloji' olgusu ve ona dair kazandığımız yeni farkındalıktır. Teknoloji kavramı hakkında ulaşılan yeni algı seviyesi, onun bu zamana kadar düşünülmüş konumundan çok daha büyük bir sistemin parçası olduğunu göstermektedir.

Teknolojiye yönelik olan yeni çağın algısında, teknolojinin münferit bir mevcudiyet olduğu fark edilmiştir ve dolayısıyla teknoloji ve insan arasında bir birliktelikten yani simetrik bir ilişkisinden söz edilebilmektedir. Bu simetrik ilişki, bu zamana kadar insan-teknoloji doğrultusunda düşünülmüş bu fenomenin teknoloji-insan doğrultusunda da düşünülmesi gerektiğini ifade etmektedir. Selçuk Artut'un "Teknoloji-İnsan Birlikteliği" adlı kuramsal eseri, bu simetrik ilişkiyi iki yönlü irdeleyen ve 21.

yüzyıl ile kazandığı yeni boyutları ele alan Türkçe dilimize kazandırılmış önemli bir akademik kaynaktır (Artut, 2014). Artut'un söylevi, gerçekliğin göreceliğinin artık bir tasarım konusu haline geldiği ve bilgi şeklinde nesnelleştiğidir. Bu tez araştırmasının rotası da Artut'un bulgusunu temel alarak, insan ve teknoloji arasındaki sosyo-teknolojik fenomenin bir tasarım konusu olarak alıp tasarım disiplinlerinin mesleki bakış açısı ile değerlendirecektir.

Bir gelecek-bilimci olan ve geleceğe dair öngörülerinde de bu zamanda kadar bütününe yakın bir tutarlılık göstermiş olan Arthur C. Clarke, 1964 yılının New York'ta gerçekleşen Dünya Fuarı'nda, General Motors'un pavyonunun açılışında gerçekleşen ve aynı zamanda BBC 2'nin Horizons programı ile Dünya'ya seslenen tarihi konuşmasında, teknoloji ile şekillenen geleceğe dair o dönem için akıl almaz olan öngörülerde bulunmuştur (Clarke, 1964).

"21. yüzyılın şehirleri bütünüyle farklı olacaklar. Aslında var bile olmayacaklar. Bu akıl almaz yenilik iletişim alanındaki ilerlemelerle, özellikle transistör ve uydular gerçekleşecek. Bu gelişmeler, istediğimiz kişi ile, onun gerçek fiziksel konumunu bilmesek dahi, anında iletişime geçebileceğimiz bir Dünya sunacak. Geleceğin Dünya'sının tek zeki türleri biz olmayacağız. Hatta geleceğin Dünya'sının en zeki sakinleri insanlar veya maymunlar olmayacak. Onlar, makineler olacaklar. Bugünün elektronik beyinleri tam bir geri zekâlıdır, fakat ileriki nesillerde bu böyle kalmayacak. Düşünmeye başlayacaklar ve nihayetinde düşünme faaliyetinde kendi yaratıcılarını geride bırakacaklar. Bu durumu yüce şeylere ulaşacak yolun basamağı olarak görebiliriz. İnanıyorum ki, organik ve biyolojik evrim sonuna yaklaştı ve artık inorganik ve mekanik evrimin başındayız."

Arthur C. Clarke (1964)

Aynı dönemde faaliyet gösteren iletişim kuramcısı Marshall McLuhan da benzer öngörülerde bulunmuştur (McLuhan, 1969).

“Uyduları gezegenin etrafına yerleştirdiğimizde, Darvinci doğa son buldu. Dünya, bir sanat-formu deneyi haline geldi, tıpkı medya networkleri ve onların çevreleri gibi. Bütün evrimsel süreç yön değiştirdi... biyolojiden teknolojiye doğru. Evrim, organizmaların yeni durumlara karşı gayriihtiyari tepkileri ile devam etmek yerine, insan bilinçlerinin mutabakatının bir parçası haline geldi.”

Marshall McLuhan (1969)

Teknolojinin günümüzde geldiği konum, Clarke’ın ve McLuhan’ın öngörülerinin ne kadar isabetli olduğunu kanıtlamaktadır. Bu öngörüler, yarım yüzyıl sonra günümüzde yeniden anlanmaktadır. Teknoloji ona biçilen efsanevi kaderi harfiyen yerine getirmektedir.

Clarke ve McLuhan gibi önceki dönem gelecek-bilimcilerin yarım yüzyıl önce nispeten daha sezgisel olarak tanımladıkları fenomeni, Kelly, Harari ve Kurzweil gibi günümüzdeki gelecek-bilimciler de doğrulamakta ve artık Dünya’nın geldiği yeni algı seviyesi ile mekanizmalarını açıklamaktadırlar.

Yaratma eyleminde, teknolojiyi yaratma da dahil, kutsal bir boyut vardır. Bu noktada insanın yaratımı ve yaşamın evrimi arasında paralel bir ilişki düşünülebilir. Hayran kaldığımız doğanın, bizden üstün olan bir olgunun yansıması olduğunu düşünülebilir. Doğada yüce bir güzellik, fitri bir mükemmellik vardır. Bütün bu nitelikler teknoloji ile genişlemekte ve güçlenmektedir. Üretilmiş Dünya’yı anlayabilmenin en doğru yolu onu sadece insanın hayal gücü olarak değil, biyolojik Dünya’nın uzantısı olarak görmektir. Zihinlerimizde genlerin doğal Dünya’sı ile kod ve betonun yapay Dünya’sı arasında katı bir ayrım olsa da evrimin aslında nasıl işlediğine baktığımızda bu ayrım yıkıma uğrar. Yaşam denilen olgunun arkasındaki kutsal güç enerji değil bilgidir. Evrim bilginin aktarım sürecidir. Teknoloji de bu sürecin bir aşamasıdır ve bu nedenledir ki o da biyolojik yüceliği yansıtmaktadır. Artık teknolojiye gerçek evrimi görmeye başlıyoruz, çünkü doğal evrimle benzerlikler o kadar fazla ki bunları göz ardı etmek zor hale gelmiştir (Kelly, 2010).

Teknoloji ve yaşam bazı temel özleri paylaşmaktadır. Bilim adamları fark etti ki; yaşamı ne şekilde tanımlarsanız tanımlayın, onun özü DNA, doku veya et gibi maddi formlarda yatmaz, aksine bu maddi formların içinde yer alan enerji ve bilginin maddi olmayan örgütlenmesinde yatar. Teknoloji atomlardan oluşan örtüsünden açığa çıktıkça, onun da özünün fikirler ve bilgi ile ilgili olduğunu görebiliyoruz. Hem teknoloji hem de yaşam maddi olmayan bilgi akışlarına dayanıyor gözükmemektedir. Şurası açıktır ki teknoloji doğal yaşamın bir uzantısıdır (Kelly, 2010).

Yaklaşık 3,8 milyar yıl önce, ilk Dünya'lı organizmalar belirmiştir. Bunlar; oksijene ihtiyaç duymayan anaerobik ve tek hücreli yaratıklar olan prokaryotlardır. İlk evrimsel yenilikler basit genetik sistem, yüzebilme yeteneği ve fotosentezi içermiştir. Sonraki birkaç milyar yıl içinde en önemli gelişme, DNA temelli genetik olmuştur. Evrimsel gelişmeye kılavuz olacak ve onu kaydedecektir. Evrimsel süreç için en temel gereksinim, başarıların “yazılı” bir kayıttır. Aksi halde, süreç daha önce hali hazırda çözdüğü sorunlara karşı tekrar tekrar çözüm bulmaya mahkûm olur. İlk organizmalarda, kayıt bedenlerine gömülü olarak yazılmış, doğrudan ilkel hücre yapılarının kimyasına kodlanmıştır (Kurzweil, 1999).

O zamanlardan beri gelen evrim hikayesi, şimdi insanlığın sponsorluğundaki başka türlü bir evime odaklanmaktadır; bu da teknolojidir. Teknoloji aletleri yaratma ve kullanmanın ötesine gitmektedir. Alet yapımının ve bu aletlerin sofistikeleşmesindeki ilerlemenin kaydını da içermektedir. Başka bir bakış açısında evrimin devamıdır. Teknolojinin evrimsel sürecinin “genetik kodu”, alet yapan insanın yönetimindeki kayıt sistemidir. İnsanın emsalsiz olan becerisi: aletleri icat etmede ilmini – kayıtlı ilmini – kullanmasıdır. Bu ilim, temeli burada evrimleşen teknoloji için genetik kodu temsil eder (Kurzweil, 1999).

Harari, BBC Ideas internet kanalı için gerçekleştirdiği bir konuşmada, söz konusu bu fenomeni şu sözlerle ifade etmiştir (Harari, 2016):

“Çok büyük ihtimalle Homo sapiens türünün son nesilleriyiz. Bir veya iki yüzyıl içerisinde ya kendi türümüzü yok edeceğiz ya da teknoloji araçlığı ile türümüzü farklı bir evreye doğru yükselteceğiz. Yaşamın en temel kurallarından birinin değiştiğine şahit oluyoruz. 3,8 milyar yıllık evrim ve doğal seçim ile evrilen yaşam biyolojik alem ile sınırlıydı. Yaşam, zeki ta-

sarım ile evrilecek, inorganik yaşam formlarının yaratımı ile organik alemden inorganik aleme geçecek. Geleceğin insanı, bizim Neanderthal'lerden veya şempanzelerden farklı olduğumuz gibi, bizden farklı olacak. Bu yaşam için ezber bozan bir olgudur.”

Yuval Noah Harari (2016)

Bilim, “doğal seçimle ilerleyen evrim” sürecini “akıllı/zeki tasarımla ilerleyen evrim” ile yenilemek üzeredir. Bilgiteknoloji (Infotech) + Biyoteknoloji (Biotech) evrimin yeni itici gücüdür. Yaşam, 3,8 milyar yıl sonunda, doğal seçim ile şekillenen organik yaşantıdan, akıllı/zeki tasarım ile şekillenen inorganik yaşantıya geçmektedir (Harari, 2016). İnorganik yaşantının ilk sistemsel oluşumuna baktığımızda interneti görürüz. İnternette var olan bilgi denizi, sınırlı bir uygarlık simülasyonudur (Artut, 2014). Kelly, internetin hisseden ve canlı bir şey haline geldiğini savunan eleştirmenlerdedir. İnternet her ne kadar bir organizma gibi bilinçli olmasa da bazı yaşam benzeri nitelikler sergilemektedir. Yaşam ya olan ya da olmayan bir ikilik değildir. Virüsler gibi yarı-canlı şeyler ile bizler gibi tam canlı şeyler arasındaki bir sürekliliktir. Şu anda bu süreklilik içinde ilerlerken gözlemlediğimiz ise, teknolojiye artan bir ‘yaşamlık’ niteliğidir. Nesneler daha karmaşık (*complex*) hale geldikçe, daha çok yaşam benzeri bir hale gelmektedirler. İnsanlar ve kabloların ekosistemleri hakkında beklenmedik şekilde organik olan bir şey vardır. İnsanlık, tamamen hiçlikten sanal bir müşterek varlık, bir Dünya nimeti ortaya çıkartmıştır (Kelly, 2010). Endüstri 4.0'ın başlattığı yeni çağın yeni yaşam modelinde dijital, biyolojik ve materyal Dünya birleşmektedir.

Teknolojinin çok katmanlı anlamı Stephen J. Kline tarafından dörde ayrılmıştır: bunlar donanım ve (1) insan yapımı nesneler olan teknoloji, (2) üretimin sosyoteknik sistemi olarak teknoloji, (3) bilgi, beceri, süreç ve prosedür olan teknoloji ve (4) sosyoteknik bir kullanım sistemi olan teknolojidir. Brian Arthur ise teknolojinin bu çok katmanlı anlamını bir amaç, bir araç, bir kültür ve hepsinin toplamı olan bir ekosistem olarak ayrıştırmaktadır (Artut, 2014). Kurzweil'in ise teknolojiyi ‘alet geliştirmenin ötesinde’ bir sistem olarak tanımlamaktadır. Kelly ise, farklı bilim insanlarının çeşitli bakış açıları ile ifade ettiği bu çok katmanlı ekosistemi, neden olabileceği anlam karmaşalarını da çözümlmek amacıyla, başka bir yaklaşım ile ta-

nımlamıştır. Kelly, etrafımızda titreşen bu daha büyük, küresel, kitlesel olarak birbirine bağlı teknoloji sistemini ifade etmek için tekniyum (*technium*) terimini önermiştir (Kelly, 2010).

Evrimin devamı ve biyolojik yaşantının uzantısı olan insan-yaratımı teknoloji atmosferi tekniyumdur. Yaşam olanaklarla, ayrıntılarla, zekâyla, harikalarla ve yaratıcılıkla taşmaktadır. Tekniyum ise bu olasılık alanının bir uzantısıdır. Yaşamın kökenlerine ve evrimin güçlerine baktığımızda, son derece soyut olduklarını görürüz. Yaşam parçalar, fikirler, bilgi ve maddi olmayan şeyler üzerine bina edilmektedir. Yapmış olduğumuz teknoloji küresi Tekniyum dahi bilgiden oluşmaktadır.

Tekniyum, albenili donanımların ötesine geçerek kültür, sanat, sosyal kurumlar ve her türden entelektüel yaratımları içermektedir. Yazılım, kanun ve felsefi konseptler gibi maddi olmayanları da içermektedir. En önemlisi, bizim buluşlarımızın daha fazla alet yapımı, daha fazla teknoloji icadı ve daha fazla kendi kendini geliştiren bağlantıları teşvik etmek için üretici itkilerini içermektedir. Teknolojiler patentlenebilirken, tekniyum patent sisteminin kendisini de içermektedir.

10.000 yıllık yavaş evrimden ve 200 yıllık olağanüstü girift bir kabuktan sıyrılma sürecinden sonra, ulaştığımız yeni çağda tekniyum kendi özüne doğru olgunlaşmaktadır. Kendi kendini takviye eden süreçler ve parçalardan oluşan süregelen ağı ona fark edilebilir bir ölçüde özerklik sağlamıştır. Bir zamanlar sadece bizim söylediklerimizi papağan gibi tekrar eden eski bir bilgisayar programı kadar basit olmuş olabilir, ancak şimdi sıklıkla kendi dürtülerini takip eden çok karmaşık bir organizmaya daha çok benzemektedir. Tekniyum insan zihninin doğal sonucu olduğu için, yaşamın da doğal bir sonucudur ve dolayısıyla yaşama ilk yolu açan fiziksel ve kimyasal öz-örgütlenmenin de doğal bir sonucudur. Tekniyum sadece insan zihni ile derin bir ortak köken paylaşmakla kalmaz, aynı zamanda antik yaşamla ve diğer öz-örgütlenmiş olan sistemlerle de bunu paylaşır (Kelly, 2010).

1.2.2. Değişimin ve Dönüşümün Hızı

Yeni çağı anlamaya dair irdelenmesi gereken ikinci önemli fenomen, değişimin ve dönüşümün hızıdır. Yaşanan değişimin ve dönüşümün tarihte emsalinin görülmesinin sebebi hız etkenidir. Endüstri 4.0 ile başlayan çağ, başka bir bakış açısı ile hız çağı olmuştur. Bu hız, evrimin hızıdır, yani gelişimin hızıdır. Sonuç olarak teknolojik ilerlemenin ve yaşantının hızıdır. Aslında dünya yaşantısındaki değişimin ve dönüşümün etkenleri sadeleştirildiğinde en sonda geriye sadece “hız” etkeni kalır. Bütün her şey en temelinde bir şeyleri öncekine göre aha hızlı gerçekleştirebilme üzerine inşa olmaktadır. Fark edilmiştir ki, tarih öncesi çağlardan beri artarak gelen bu hız katlanarak, başka bir deyiş ile üstel artan büyüme eğilimindedir. Yaşam denilen olgunun bütün bileşenleri katlanan artış eğiliminden etkilenmektedir. Yüksek hızda ilerlemek artık insanlığın üzerine dengede durmaya çalıştığı yeni zemindir.

Katlanarak artan büyümenin ne kadar muazzam bir fenomen olduğunu ve insanlığı çok kısa sürede ne kadar ileriye taşıyacağını rakamsal basit bir örnek ile ifade edilebilir. Eğer doğrusal artan bir şekilde otuz adım atarsanız, bir, iki, üç, dört, beş ... otuza varırsınız. Eğer katlanarak artan bir şekilde otuz adım atarsanız, iki, dört, sekiz, on altı ... bir milyara varırsınız. Aradaki muazzam fark katlanarak artan büyümenin etkisini göstermektedir.

Teknolojideki katlanarak artan büyümenin verilerle açıklanması en popüler şekilde Moore'un Yasası ile özdeşleşmiştir. Mikroçipin mucidi ve ayrıca Intel'in kurucularından olan Gordon Moore, 1965 yılında transistorların yüzey alanının her on iki ayda bir yaklaşık olarak yüzde 50 küçüldüğünü tespit etmiştir. 1975 yılında bu gözlemini yirmi dört ay olarak güncellemiştir. Sonuç olarak her iki yılda bir, bir mikroçip üzerinde iki katı kadar fazla transistor işlendiği gözlemlenmiştir. Bu durum, çipin mevcut hızını düzenli olarak ikiye katlamaya başlamıştır. Fiyatı değişmeyen birim mikroçip yüzünden, aynı ücrete iki sene sonra iki katı fazla hızlı bir mikroçip edinilebilmektedir. Bu gözlem bellek çipinden bilgisayar işlemcisine her tür devre için geçerli olduğundan, birçok durumda bu performans değerinin dörde katlanması da demektir. Bu başarılı gözlem, Moore'un Yasası olarak anılmaya başlanmış, bilgisayarın ivmelenmesini 1960'lardan beri güdüleyen önemli fenomen haline gelmiştir.

Raymond Kurzweil, katlanarak artan büyüme fenomenini daha geniş ve derin bir kapsam ile ele almıştır. Kurzweil, bu fenomeninin bize evrenin hakikatinden bir miras olduğunu göstermektedir. Kurzweil'e göre teknoloji evrimin devamıdır ve onunla bir fenomeni paylaşmaktadır; bu da katlanarak artan hızla ilerlemedir.

Bu zamana kadar incelediğimiz bütün temel süreçler; evrenin gelişmesi, yaşam formlarının evrimi ve sonrasında gelen teknolojinin evrimi, hepsi katlanan bir üslup ile gelişmektedir, bazıları yavaşlamakta, bazıları hızlanmaktadır. Bu fenomen, ters ve düz yönlü de olsa, evrenin işleyişindeki sürecin karakteridir.

Bu fenomenin zaman ölçeğini yavaşlatan ve hızlandıran hali eşzamanlı olarak meydana gelmektedir. Kozmolojik ölçekte baktığımızda, evren yavaşlamaya devam etmektedir. Evrim, ki çağımızdaki en iyi fark edebildiğimiz formu insan-yaratımı teknolojidir, hızlanmaya devam etmektedir.

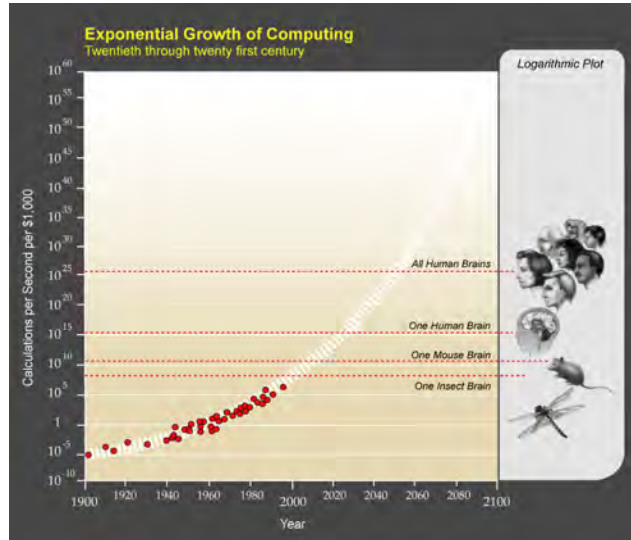
Bu çeşitli katlanarak değişen eğilimlere bir bakalım (Kurzweil, 2001);

- Evren, katlanarak yavaşlayan bir adımı takip etmektedir. Tarihindeki üç dönemde, ilki saniyenin milyarda birini kapsarken, sonraki dikkati çeken olaylar milyarlarca yıla yayıldı.
- Bir organizma katlanarak yavaşlayan bir adım ile gelişmektedir. İlk ayda, bir beden, bir kafa, hatta bir kuyruk büyür. Beyin ise ilk birkaç ay içerisinde büyür. Anneye bağlı olan sınırlılıklar terk edildiğinde, fiziksel ve zihinsel olgunlaşma başta çok hızlıdır. İlk yılda, iletişimin ve hareketliliğin temel halini öğreniriz. Her ay bir dönüm noktasını tecrübe ederiz. Sonrasında ise, önemli olaylar çok daha yavaş bir şekilde birbirini takip etmeye başlar, yıllar ve sonrasında on yıllar almaya başlar.
- Dünya'daki yaşam formunun evrimi katlanarak hızlanan bir adımı takip eder.
- İnsan-yaratımı teknolojinin evrimi katlanarak hızlanan bir adımı takip eder, çünkü adımlarını yaşam formlarının evriminden devralmıştır.
- Bilgisayım gücü katlanarak büyüme eğilimindedir. Ayrıca bir sürecin, gerektirdiği zaman açısından da katlanarak büyümesi, katlanarak hızlanan adımın başka bir ifadesidir.
- Mikroçipler üzerine olan Moore'un Yasası, bilgisayırda katlanarak büyümeyi elde edecek paradigmadır.

Kurzweil'e göre, Moore'un Yasası 2020'de son bulacaktır, bu yüzden söz konusu fenomeni temsil etmesi sorunludur. Kurzweil, bu fenomeni yeni bir yasa ile tanımlamıştır ve İvmelenen Verimler Yasası (*Law of Accelerating Returns*) adını vermiştir. Bu yasanın, bilgisayar hafızası, transistör, mikroişlemci, DNA sıralama, manyetik depolama, internet yöneticilerinin sayısı, internet trafiği, cihazların boyutlarındaki küçülme ve nanotek patentler gibi insan-yaratımı teknolojilerde geçerli olduğuna inanmaktadır (Kurzweil, 2001).

Moore'un Yasası'sın aksine, İvmelenen Verimler Yasası geçici bir metodoloji değildir. Zaman ve kaosun doğasının temel bir niteliğidir ve kozmik ölçekte ve geniş yelpazede evrimsel fenomenleri ve eğilimleri açıklamaktadır. İvmelenen Verimler Yasası'na göre, başka bir bilgisayarimsal teknoloji, Moore'un Yasası'nın bıraktığı yerden devralarak hız kaybetmeden devam edecektir.

İvmelenen Verimler Yasası'na göre düzen seviyesi katlanarak arttıkça, zaman katlanarak hızlanır. Yani bilimsel gelişmeler gibi belirgin olayların arasındaki zaman aralığı, zaman geçtikçe kısalır. İvmelenen Verimler Yasası özellikle evrimsel süreçte uygulanır. Evrimsel bir süreçte, düzen, kaosun zıttı olarak, artmaktadır ve önemli gelişmeler arasındaki zaman aralığı da kısaltmakta, yani zaman hızlanmaktadır. Bu önemli gelişmelerin getirisi olan verim de katlanarak artan bir ivme ile çoğalmaktadır.



Görsel 7. Dönüşümdeki katlanarak artan hızın yıllar ile grafiği. İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden beri yatay eksenle devam eden grafik, 21. yüzyıl ile diz kısmını geçmiştir ve artık dikey eksenle ilerlemektedir.

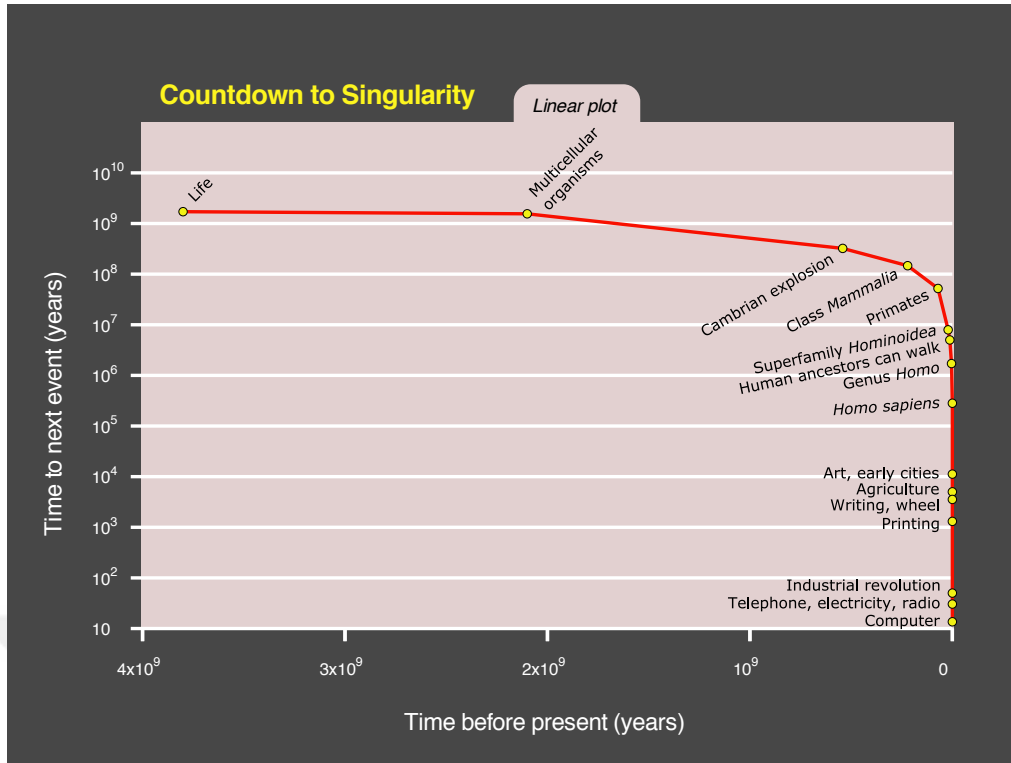
[commons.wikimedia.org | Exponential Growth of Computing](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Exponential_Growth_of_Computing)

Katlanarak artan büyüme eğilimi ilk başlarda hemen hemen düz ilerlerken, eğrisinin diz kısmını geçtikten sonra neredeyse dik yükselmeye başlar. Kurzweil'in açıklamasına göre, insanlık ilk canlı organizmalardan beri süregelen evrim serüveninde, Endüstri 4.0 ile başlayan yeni çağda bu diz kısmını geçmiştir ve dik bir şekilde yükselmeye başlamıştır. Bu grafikte bulunduğumuz nokta, evrimsel ölçeğe göre çok ama çok kısa bir süre içerisinde yaşayacağımız köklü dönüşümleri ifade etmektedir. Bu çağın insanlık tarihinde benzeri olmayan bir milat niteliği taşıdığını gözler önüne sermektedir.

1.2.3. Yeni Çağın İnsanı

Teknolojik bir tasarım nesnesine dönüşen insan, organik yapısı üzerinde yapılacak müdahalelerle, üstün niteliklere sahip 'post-insan' olarak adlandırılan bir türe evrilmektedir. Kimi görüşlere göre, insan ırkı, şu anda post-insan öncesi, geçiş-insan evresini yaşamaktadır (Artut, 2014). Kurzweil ve Harari, dünya yaşantısındaki dönüşüm ile paralel olarak insanın da evrim geçireceğini ve başkalaşacağını söylerler. Kurzweil bunu 'insanlık 2.0' olarak, Harari ise 'homo deus' evresi olarak tanımlar. Böylece akademik literatürde benzer dönüşümü ifade eden 'post-insan', 'insanlık 2.0' ve 'homo deus' kavramları ile karşılaşılmaktadır.

Harari, 'homo sapiens' evresinde olan insanlığın, 21.yüzyıl içerisinde, yaratma ve yok etme gücüne sahip olan 'homo deus' evresine evrileceğini ifade etmektedir. Homo sapiens 'farkında olan insan' anlamına gelmektedir. Homo deus da 'tanrı olan insan' anlamını taşımaktadır. Teknoloji insan zihninin yeniden yapılandırılmasını sağladığında homo sapiens türü ortadan kalkacak, insan tarihi nihayet sona erecek ve bizim gibi insanların kavrayamayacağı yepyeni bir süreç başlayacaktır. 21. yüzyılın teknolojisi, insan türüne ilahi bir güç, yaratma ve yok etme gücü sağlayacak ve homo sapiens türünü homo deus'a dönüştürecektir. İnsanlık, yaşlanmaktan, ölümden ve ıstıraptan kaçmak için beden ve zihinlerini yeniden yaratma kabiliyetine sahip olmayı istemektedir. Bu nedenle yeni insanın gündeminde birçok önemli tek bir başlık vardır; Tanrı mertebesine yükselmektir (Harari, 2016).



Görsel 8. Tekillik evresine doğru katlanarak artan bir hız ile ilerleyen evrim tarihinin yaşamın başlangıcından itibaren olan zaman çizelgesi.
commons.wikimedia.org | Countdown to Singularity

Kurzweil, yapay zekânın bir genel amaçlı teknoloji olarak dünya yaşantısına derinden nüfuz etmesinin sonucunda, insanlığın evrim serüveninde bir dönüm noktasını aşacağını tespit etmektedir. Yapay zekâ ile bütünleşecek olan insanlığın önceki 1.0 sürümünden 2.0 sürümüne evrileceğini ve 'Tekillik' (*Singularity*) mertebesine ulaşacağını söylemektedir. Kurzweil'in öngörüsüne göre, Tekillik'te; insan yaşamı geri dönülemez bir şekilde dönüşmüş olacak ve insan biyolojik beden ve beyнинin sınırlarının ötesine geçecek. Bu modelde insan, moleküllerden oluşan belirli bir kompozisyonundan daha ziyade evrimleşen bir örüntüdür (Kurzweil, 2005).

1.2.4. Dijital Atmosfer

Teknolojinin doğal yaşantının uzantısı olduğu, evrimin teknoloji üzerinden devam edeceği ve organik yaşantıdan inorganik yaşantıya geçileceği düşünceleri göz önünde bulundurulduğunda, Kelly'nin tekniyum ile ifade etmek istediği insan-yaratımı teknoloji küresinin yeni bir yaşam atmosferine dönüştüğü gözlemlenebilmektedir. Bu dijital atmosferdir. Geleceği planlamada söz sahibi olan insan mede-

niyeti, kendisi için benzersiz bir meta-Dünya yaratmıştır. Sonradan yaratılan bu Dünya', karmaşa ve düzenin sırt sırta olduğu bir mücadeleye ev sahipliği yapmaktadır (Artut, 2014). İnsanlık, uzun zamandır gündelik yaşantısının önemli bir kısmını sahip olduğu mobil teknolojiler aracılığıyla dijital atmosferde geçirmektedir. Dijital olanaklar ile dijital ortamlarda gerçekleştirdiği rutin etkinlikleri devamlı artarak, fiziksel olanaklar ile fiziksel ortamlarda gerçekleştirdiklerinin yerini almaktadır.

Feslefe bilimci Karl Popper, yarım asır önce bilgi çağının ilk yıllarında, McLuhan'ın aynı dönemdeki öngörülerini destekler yönde, Dünya'nın bir bütün olarak birbiri ile bağlantılı üç Dünya'dan oluştuğunu öne sürmüştür. Birinci Dünya', fiziksel nesnelerin ve onların enerjileri, güçleri ve hareketleri gibi özelliklerinin Dünya'sıdır. İkinci Dünya', bilinç durumlarının veya zihinsel durumların öznel Dünya'sıdır; bireysel zihinlerdeki niyetler, hisler, düşünceler, rüyalar, anılar ve benzerleriyle kaplıdır. Üçüncü Dünya', özellikle bilimsel ve şiirsel düşünceler ve sanat eserleri gibi düşüncenin nesnel içeriklerinin Dünya'sıdır. Üçüncü Dünya bir insan ürünüdür, bir insan yaratımıdır ve kendi özerklik alanlarına sahip teorik sistemleri yaratmaktadır. Popper'ın bu çakışan üç Dünya arasındaki katmanlı yaşam modeli tasviri ve 'üçüncü Dünya' tanımı günümüzde artık belirgin olan dijital atmosferin isabetli bir öngörüsüdür (Popper, 1968). Dünyanın fiziksel yerlerden bağımsız ve üzerinde yaşayan insanların birbirleriyle kolaylıkla iletişim kurabildiği bir topografyası mevcuttur (Artut, 2014).

Dijital atmosfer görünür ve belirgin olmakta, fiziksel Dünya'nın üzerini kaplamaktadır. İnsanlık, sanal olan dijital atmosfer içerisinde yeni bir yaşam inşa etmektedir; yeni kimlikler oluşturmakta, yeni alışkanlıklar edinmektedir. Fiziksel Dünya'ya ait sosyal etkileşimlerini teker teker dijital Dünya'daki yaşantısına göç ettirmektedir. Dijital Dünya içerisinde yeni bir ekonomi ve yeni bir sosyal düzen doğmaktadır. Dijital Dünya alternatif bir ortam değildir, insanlığın yaşantısının göç edeceği ve yeniden şekil alacağı yeni yuvasıdır.

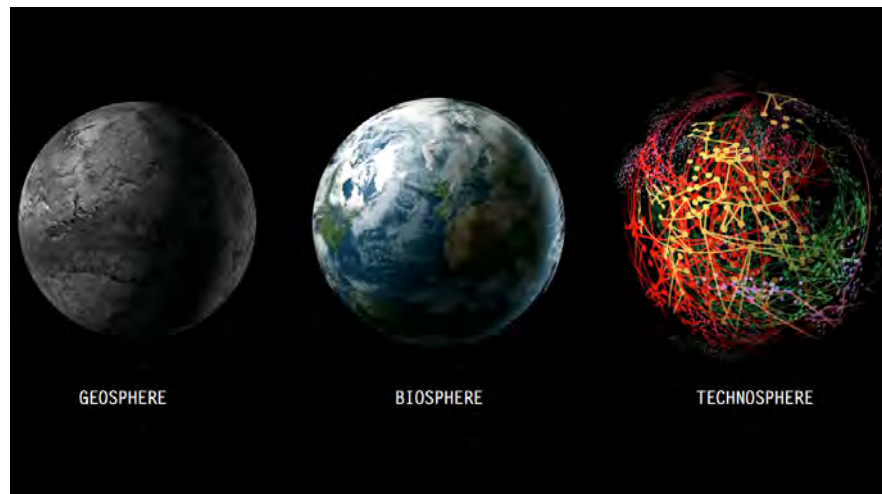
Harari'nin 'homo deus: tanrı insan' olarak tanımladığı geleceğin insan türü, bu dijital atmosferin yaratıcısıdır, 'tanrı' sıfatını bu özelliğinden almaktadır. İnsan içinde yaşadığı fiziksel evrenin kanunlarına ve fenomenlerine hükmedemez ve değiştiremez. Ama yarattığı dijital evrenin kanunlarını ve fenomenlerini kodlar ile kendi tasarlamaktadır. Dahası yapay zekâ teknolojisi ile dijital evrenin doğasına ait canlıla-

rını da tasarlamaktadır. Hükmünün elinde olduğu yeni bir ekosistem oluşturmaktadır.

“Torunlarımızın bizim hakkımızda şaşıracakları şeylerden biri dijital olanı gerçek olandan ayırt edebiliyor olmamız olacak.” William Gibson (2007)



Görsel 9. Fiziksel Dünya'nın üzerine kaplayan dijital atmosferin katmanları ile temsili.
<https://www.magicleap.com/news/op-ed/magicverse>



Görsel 10. Fiziksel Dünya'nın üzerini bir atmosfer olarak kaplayan teknoloji küresi.
<https://materialdistrict.com/article/nature-natural/from-nature-to-natural-3/>



Görsel 11. Aynı isimli bilim kurgu romanının uyarlaması olarak, 2018 yılında vizyona giren Ready Player One filmi, insanlığın hayatını çok büyük oranda dijital atmosfere göç ettirdiği distopik bir geleceği anlatmaktadır. İnsanların asıl sahiplendikleri kimlikleri sanal Dünya'daki avatarlarıdır. Sanal Dünya'daki işlerde çalışır, kazandıkları ile de o Dünya'ya ait olan dijital kıyafet, eşya ve mülkleri satın alırlar. Fiziksel Dünya'da hiç tanışmadıkları kişileri arkadaş edinirler. Dijital varlıklar ve servet, fiziksel olanlardan çok daha değerlidir çünkü zamanlarını ve emeklerini onlar için harcarlar. Dijital atmosferin sunduğu sonsuz olanak fiziksel dünya yaşantısına kıyasla onlar için bir cennet iken, biyolojik bağlarını mecburen koparamadıkları fiziksel Dünya'daki yaşantı ise gözden çıkarılmış ve umursanmayan olmuştur.

1.3. Dijital Atmosferin Tasarımı için Biyomimikri Yöntemi

1.3.1. Biyomimikri'nin Tanımı

Biyomimikri; doğanın zorluklara karşı geliştirdiği işlevsel çözümlerden esinlenen bir tasarım eğilimidir. Yeni bir bakışın örneğidir: görebilmenin sistematik bir yoludur, bereketli, doğurgan ve bütünüyle ulaşılabilir bir Dünya'ya doğru dönüşüme izin veren potansiyele sahiptir.

Biyomimikri, 3,8 milyar yıllık bir araştırma ve geliştirme sürecinden geçmiş bir fikir kaynağından öğrenmeyi kapsar. Bu kaynak bizi çevreleyen doğadır; yani Dünya üzerinde yaşayan ve evrimsel başarı hikayeleri yansıtan muazzam çeşitlilikte canlı türleridir. Biyolojik organizmalar; insanlığın icat ettiklerine eşdeğer olan cisimleşmiş teknolojiler olarak görülebilir ve birçok vakada da aynı sorunları fersah fersah ileri bir tasarruf ve idare ile çözmüşlerdir (Pawlyn, 2011). Biyomimikrinin temel görüşü 3,8 milyar yıllık evrim süresince, doğanın, tıpkı insanlığın şu anda yüz yüze kaldıklarına benzer birçok tasarım ve mühendislik sorununa çözüm geliştirdiği yönündedir. Ekolojik olarak sürdürülebilir bir şekilde, tek bir nesneden şehir gibi büyük bir teknolojik sisteme kadar herhangi bir şeyin üretiminin bir aracı olarak “doğanın bilinçli bir şekilde taklit edilmesini” savunmaktadır (Fisch, 2017).

Doğanın 3,8 milyar yıllık evrim süreci, ileri düzeyde etkili ve verimli biyolojik mekanizmaları ortaya çıkartmıştır. Bu mekanizmaların taklit edilmesi, yaşamımız ve kullandığımız araçların geliştirilmesi için muazzam potansiyeller sunmaktadır. İnsanlık her zaman doğayı taklit etmek için büyük gayret göstermiştir. Teknoloji seviyesi ilerledikçe biyolojik yöntemleri, süreçleri ve sistemleri taklit etmek, kopyalamak ve uyarlamak önemli düzeyde daha kolay hale gelmektedir. Bilim ve teknolojideki ilerleme ile paralel olarak, katlanarak artma eğilimiyle genişleyen algı ve bilgi kapasitemiz, doğanın basit bir şekilde taklit edilmesinin çok ötesinde özündeki fikirlerin özümsemesine ve uygulanmasına izin vermektedir (Bar-Cohen, 2006).

Doğa, şimdiye kadar var olmuş ve bundan sonra var olacak olan en büyük laboratuvardır ve evrimi sürecinde bilim ve mühendisliğin tüm alanlarını test etmiş, iyi çalışan buluşları ortaya çıkartmıştır. Doğa, karşılaştığı bütün engel ve zorluklara karşı çeşitli çözümler deneyimlemiş ve aralarında başarılı olanları geliştirmiştir.

Yaşayan sistemler, türlerin genlerine kodlama yaparak, yani bilgileri kendi kendine kopyalama yoluyla nesilden nesle aktararak evrimleşmiş ve birikmiş bilgileri arşivlemektedir. Doğa, bizim bilim ve mühendislik olarak tanıdığımız fizik, kimya, mekatronik, malzeme bilimi, taşınırılık, alıcı sistemler gibi daha nice alanın ilkelerini evrim yoluyla deneyimlemiştir (Bar-Cohen, 2006).

Biyomimikri terimi Yunancadaki bios, yani yaşam ve mimesis, yani taklit kelimelerinden oluşmaktadır. Biyomimikri teriminin bilimsel literatürdeki ilk belirişi 1962 yılıdır ve kullanımı özellikle 1980'ler boyunca malzeme bilimcileri arasında artmıştır. Biyomimikri teriminden önce ise; 'biyomimetik' terimi 1950'lerde Otto Schmitt tarafından ilk olarak kullanılmıştır (Schmitt, 1969). 'Biyonik' terimi 1960'da Jack Steele tarafından ortaya çıkmıştır. 2000'lerden beri, özellikle biyolojik bilimler yazarı Janine Benyus, Biyoloji Profesörü Steven Vogel ve Biyomimetik Profesörü Julian Vincent gibi halk figürlerinin yayınlarının etkisiyle biyomimikriye devasa bir ilgi dalgası oluşmuştur. Julian Vincent bu disiplini 'doğayı temel alan iyi tasarımın uygulanması' olarak tanımlar. Janine Benyus ise 'doğanın dehasını bilinçli öykünümü' olarak tanımlar. 'Biyomimikri' ve 'biyomimetik' terimleri eşanlamlıdır (Benyus, 2002).

Biyomimikri öncelikle bir organizma veya ekosistemin yakından incelenmesidir, daha sonra bulunan arka plandaki tasarım ilkelerinin duyarlı bir şekilde uygulanmasıdır. Doğa hakkında bir şeyler öğrenmek bir şeydir, doğadan öğrenmek başka bir şeydir. Doğanın zaman içinde kendini kanıtlamış sistemleri, örüntüleri ve çözümleri etrafımızı sarmaktadır ve biyomimikri bu doğal çözümlerin çalışılarak tasarım sorunlarına uygulanmasıdır. Biyomimikri Enstitüsünün kurucusu ve başkanı Janine Benyus, "Doğa, zorunlu olarak hayalperesttir ve halihazırda bugün boğuştuğumuz sorunların birçoğunu çözmüş durumdadır" der. Etrafımızdaki Dünya canlı bir ustalık ansiklopedisidir (El-Zeiny, 2012).

Tasarım disiplinleri, Art Nouveau akımında görüldüğü gibi, doğayı bir form kütüphanesi olarak kullanmıştır. Fakat tasarımcının doğa ile ilişkisi onun formlarından, dokusundan ve renklerinden yalnızca ilham almak ve taklit etmekten ibaret olduğunda, bu bir biyomimikri ilişkisi değildir. Biyomimikri doğa görülen sonucun değil gözlemlenen sürecin taklit edilmesidir. Ayrıca, bir sürecin biyomimikri kapsamında olabilmesi için doğanın sadece görünümünden değil biliminden de yararlanması gerekmektedir. Benyus ve diğer öncülerin vurguladığı üzere; formun doğanın apa-

ık bir ögesi olmasına rağmen, yalnızca formu taklit etmek doğanın özünden uzaklaşmak ile sonuçlanır. Doğanın bütünüyle yklenmesi en temelinde form, süreç ve ekosistem olmak üzere üç ayrı seviye gerektirmektedir (El-Zeiny, 2012).

Biyomimikri doğal bir nesnenin veya sistemin yeniden üretilmesinin ötesindedir. Bir şeyin “sürdürülebilir” veya “yeşil” etiketi ile tasarlanmasının da ötesindedir. Biyomimikri; ilk adımda bir organizma veya ekosistemin yakından incelenmesi ve sonraki adımda doğanın zmlerinin temelinde yatan tasarım prensiplerinin bir farkındalık ile uygulanmasıdır. Biyomimikri bir tarz değil tekniktir. Ama sadece teknolojik tasarımın optimize edilmesi ile ilgili de değildir. Dünya yaşantısının her yönüne hitap eden sosyal bir harekettir. “Doğanın ırağı” haline gelmemiz için ısrar etmekte ve doğanın zanaatların hakiki bilgisinin kaynağı olmasının ötesinde bir etik sistem olduğunu da hatırlatmaktadır (Fisch, 2017).

Disiplinler tesi sorunları zmek için fikir bulma sürecinde doğanın modellerinin çalışılması dikkatleri biyomimikri alanına çekmektedir. Disiplinler tesi çalışmalar ve biyomimikri konusunda son yıllarda literatürde ilginç bir tartışma ortaya ık mıştır. Bu entelektüel tartışmaya dahil olanlar insanlığın biyomimikri ile yeni kavrayışlarla karşılaştığını ne sürmektedir; kuantum fiziki, kaos teorisi, karmaşıklık teorisi (*complexity theory*) ve yaşayan sistemler / ekosistemler teorisi bu yeni kavrayışlara önemli örneklerdendir. Doğadaki sürdürülebilir ürünlerin, süreçlerin, hizmetlerin ve kurumların aslında sürdürülebilir bir insan medeniyetine doğru geçiş için katalizörler olarak gerekli olduklarını düşünmektedirler. Dünyanın sorunlarına yönelik zmler, biyomimikriden gelen kavrayışların desteği ile, çoklu perspektiflerin ve bilgi temellerinin disiplinler ötesi entegrasyonunu gerektirmektedir (McGregor, 2013).



Görsel 12. Daimlen Chrysler, sandıkbalığının aerodinamik formunu, hem geniş iç hacimli ve konforlu ve aynı zamanda dinamik ve atak bir araç tasarlamak için taklit etmiştir.

Eğer disiplinler ötesi yaklaşımın amacı Dünya'yı tüm karmaşıklıkları ile birlikte anlamak ise ve Dünya'; insanları, insan olmayanları ve doğayı içeriyorsa, bu durumda insan olmayan diğer türlerden ve doğadan olan kavrayışların kazanılması anlamlıdır ki bu biyomimikrinin amacıdır (Benyus, 2002). Madni, Daimler Chrysler'in bir Konsept Araba tasarlamak için biyomimikrinin disiplinler ötesi olarak uygulamasını ele alırken, insanların Doğa Ana'dan öğrenecek çok şeyi olduğunu gözlemlemiştir (Madni, 2007).

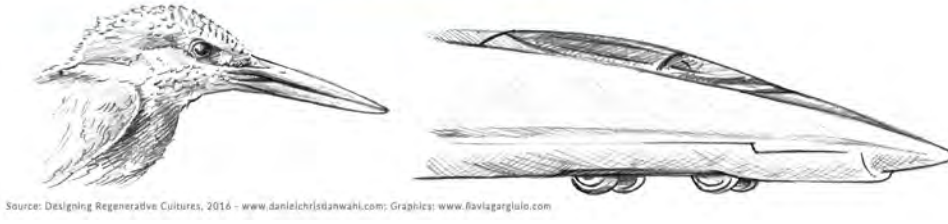
Teknolojiyi yalnızca insan üretimi olarak kabul etmek, Dünya'yı paylaştığımız diğer canlılara ciddi bir haksızlık olacaktır. İnsanlık, medeniyeti yaratırken ve geliştirirken, sürekli olarak doğada olan biten ile yakından ilgilenmiş ve teknolojik birtakım çözümleri hep doğada bulmuştur. Bugün bilim adamları ve mühendisler, inşaat sektöründe tünel kazmak için kullanılan birçok yöntemi geliştirirken, toprak altında yaşayan canlıları dikkatle incelemişlerdir. Bir başka ilgi çekici örnekte ise, rasyonel bilim kuramları ile bir türlü çözüm bulanamayan

depremi önceden tahmin etme konusunda, Fransa'da bilim insanları depremi önceden haber veren özel bir kurbağa türü, deprem öncesi yeraltında oluşan kimyasal reaksiyonlar sebebiyle suda ortaya çıkan tat farklılıklarından ötürü rahatsızlık hissetmekte ve yaşadıkları yerleri terk ederek hızla yer üstüne çıkmaktadırlar. Suyun analizi üzerinden yapılacak bir deprem ön tanıma sisteminin, bilimsel kuramlar ışığında, akla gelebilecek bir yöntem olarak, ön sıralarda çok da fark edilir bir yerde olduğu söylenemez. Bu açıdan hayvan davranışları da bilimsel yöntemlere beklenmedik şekillerde ışık tutabilmektedir (Artut, 2014).

Biyomimikri, daha derin inovasyonlar ve ilhamlara yönelik giderek artan talepten ortaya çıkmıştır. Yeni bir konsept olarak çok hızlı bir şekilde gelişmiştir. Biyomimikri doğanın kanunlarının sosyal sistemlerin modellenişine uygulanabileceğini ve doğa kanunları ve mantığını insan gereksinimlerine uyarlayabileceğimizi öne sürmektedir.

Yaşadığımız zaman biyomimikri için neden doğru olan andır? Doğaya olan düşkünlük hiç şüphesiz insanlığın varoluşu boyunca geçmişe uzanır. Yaşadığımız zamanda ise bilimsel birikimin sunduğu muazzam kazanım, daha önce hayal bile edilmemiş dijital tasarım araçları ve biçimsel gelenekler ile pek kısıtlanmamış bir estetik anlayış ile biyolojideki gelişmeleri tekrar ele alınabilir. Tasarımcılar etraflica düşünerek insanların yaşam kalitesine katkıda bulunabilecekleri ve diğer yandan eşzamanlı olarak yuvamız olan Dünya ile ilişkimizi iyileştirebilecekleri böylesi fırsatı daha önce hiç elde etmemiştir.

KINGFISHER AND SHINKANSEN 500 BULLET TRAIN



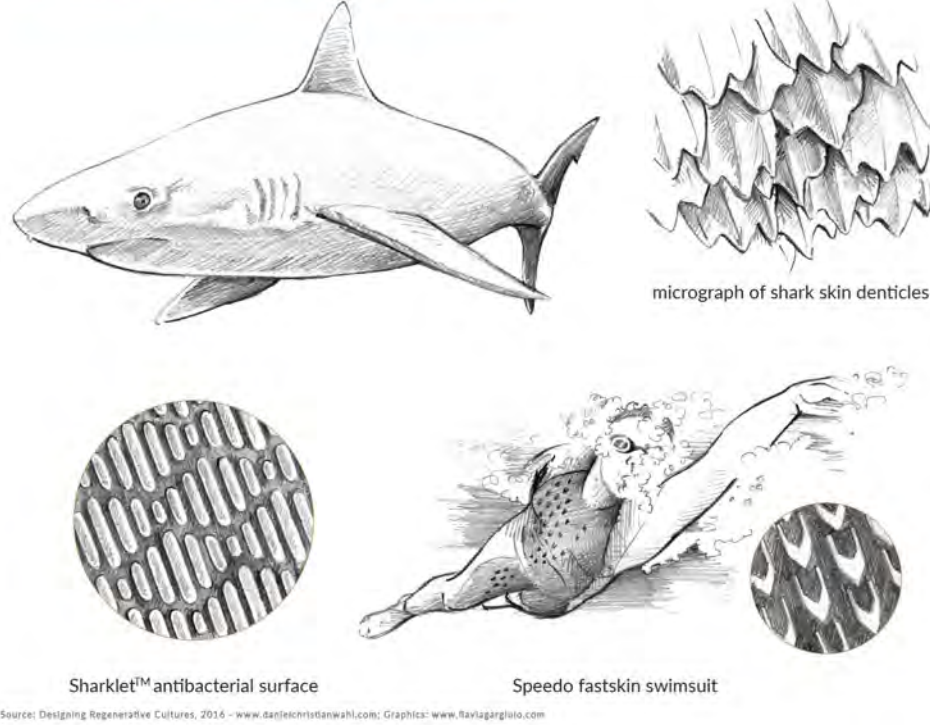
Görsel 13. Japonya'daki süper hızlı Shinkansen 500 Bullet treninin aerodinamik yapısı balıkçıl yalıçapkını kuşunun gagasından uyarlanmıştır (Wahl, 2016).

BIRD OF PREY AND PLANE WINGLETS



Görsel 14. Uçağının kanat formu alıcı kuşun kanatlarından uyarlanmıştır (Wahl, 2016).

SHARK SKIN INSPIRED SURFACES



Görsel 15. Speedo'nun kullandığı hem yüzücüye hız sağlayan hem de antibakteriyel olan mayo tekstili teknolojisi köpekbalığının derisinden uyarlanmıştır (Wahl, 2016).



Görsel 16. Dayanıklı ve sağlam bir tutucu olan ama aynı zamanda kolay ayrılabilen ve uzun ömürlü olan Velcro teknolojisi, doğadan öğrenilmiş bir çözümdür.

Leonardo da Vinci'nin eskiz defterlerinden hayvanların işlevsel mekanizmalarını, özellikle kuşların kanatlarını, dikkatle çalıştığı bilinmektedir; o, birçok bakımdan, biyomimikrinin öncüsüydü. Yakın geçmişte, 1948'de icat olan Velcro gibi iyice belgelenmiş örnekler vardır (Bkz. Görsel 16). Geçtiğimiz on yılda ise biyomimikrinin, tasarımcıların sürdürülebilir ürünlerin talebine gitgide cevap verebilmesi ile, olağanüstü gelişimi görülmektedir. Daimler-Chrysler'ın aerodinamik ve geniş sandıkbalığını örnek alarak tasarladığı biyomimetik konsept arabası (Bkz. Görsel 12), kırmızı kaliforniya solucanın anlaşılması ile geliştirilmiş cerrahi zambak ve hatta kutup balığından öğrenilen dersler ile üretilmiş dondurma, doğanın canlılarının evimsel uyarlanmalarından öğreniler ile geliştirilen daha üstün nitelikli ürünlere örnektir (Pawlyn, 2011).

Dr. Nathan Lepora'nın açıklamasına göre, 1990'larda biyomimikri üzerine yılda 100'den az makale yazılmıştı, bu durum 2000'lerin ilk on yılında yılda birkaç bin makale seviyesine yükseldi. Bu makalelerin büyük çoğunluğu robot bilimi ve malzeme bilimi alanındadır. MIT'deki Neri Oxman tarafından bulunan 'The Mediated Matter' tasarım araştırmaları grubu 3D baskı teknolojisinde biyolojik olarak elde edilmiş maddeleri kullanabilmenin gizli gücünü keşfetmektedir. Achim Menges ve Stuttgart Üniversitesi'ndeki çalışma arkadaşları, biyolojik yapıların yeni dijital tasarım ve üretim araçları ile birleşmesi üzerine derin bir anlayış geliştirerek neler başarılabilirliğini göstermektedir (Pawlyn, 2011).

1.3.2. Dijital Atmosferin Tasarımında Biyomimikri Yöntemi

Dijital atmosfer, tasarımcıya ve sanatçıya mekân-zamansal (*spatio-temporal*) bir tuval sunmuştur. Mekân ve zaman boyutu üzerinde yeni bir hakimiyet tanımıştır. Bu yeni hakimiyet; süreç ve gelişimin tasarlanabilmesine, yani dijital bir evrim modelinin kurulabilmesine olanak sunmaktadır. Tasarımının ürün ve hizmetleri, insanlık tarafından dijital atmosfer içerisinde zamansal olarak yaşanmakta ve mekânsal olarak algılanmaktadır. Bu durum yeni bir yaşam modelini oluşturmaktadır.

Yaratma ve yok etme yeteneğine sahip homo deus evresine evrilmekte olan insan türünün kaderinde, evrimin de devamı olacak olan yeni bir Dünya'yı ve yeni bir yaşamı tasarlamamanın var olduğu görülmektedir. İnsan türünün bunu başarıyla gerçekleştirebilmesi için bilgiye ve referansa ihtiyacı vardır. Bu ihtiyacı karşılamada biyomimikri yöntemi emsalsiz bir çözüm olarak belirlemektedir.

Dijital atmosferdeki yaşantının fenomenlerini, kanunlarını, sistemlerini, mekanlarını, ürünlerini, hizmetlerini tasarlamada biyomimikri yöntemini kullanmanın gerekliliğinin iki yönü vardır.

Birinci yönü; doğa bizim de parçası olduğumuz kusursuz bir yaşam atmosferini tasarlamış olarak önümüzde referans alabileceğimiz tek modeldir. Doğanın 3,8 milyar yıllık tecrübesi yararlanmamız için bir açık-kaynak olarak karşımızdadır. Doğa, tarih boyunca insanlığın tasarlayabilmesindeki birincil ilham kaynağıdır. İnsanlık var olmayı düşünebilmek için bile var olana muhtaçtır.

İkinci yönü; insan türü de doğadaki yaşam modelinin bir parçası olduğu için, ancak doğanın yaratım dili ile tasarlanmış olanı okuyabilir ve anlamlandırabilir. İnsan tarafından algılanabilecek ve okunurluğu olacak yeni bir gerçeklik seviyesi ancak doğanın yaratım dili ile tasarlanabilir.

2. BÖLÜM: TASARIM BİLİMİ

Endüstri 4.0'ın bazı kavramları bütün Dünya'nın gündemine taşımıştır. Bu kavramların dünya yaşantısı üzerindeki fenomenal etkinlikleri dünya yaşantısını kökten değiştirmekte, gündelik rutinleri başkalaşan insanın davranış örüntülerini ve alışkanlıklarını değiştirmekte, bilimsel disiplinlerin teorik ve pratik alanlarına devrimsel bir şekilde nüfuz etmekte, dolayısıyla mesleklerin çalışma yöntemlerini de devrimsel bir şekilde değiştirmektedir. Fark edileceği üzere bu kavramları teorik olarak anlamak ve pratik olarak benimsemek çağı yakalamak ve güncel kalmak adına çok elzemdir.

Bu kavramlar: bilgisayarım, algoritma, veri ve süreçtir. Bilgisayarım (*computation*) yeni Dünya modelinin yeni metodolojisidir. Algoritma yeni teknik dilidir. Veri yeni hammaddesidir. Süreç (*process*) yeni odak noktasıdır. Fark edileceği üzere bu kavramlar insanın literatüründe çok yeni değillerdir ama gizilgüçlerinin anlaşılması ve yaşantıya nüfuz etmeleri Endüstri 4.0 çağını tetikleyen teknoloji seviyesi ile mümkün olmuştur. Bu kavramları birbirinden ayrı incelemek zordur çünkü birbirlerini var eden ortak bir sinerji içerisinde çalışmaktadırlar.

Ayrıca bu kavramlar, fiziksel atmosferin üzerini kaplayan, insanlığın yeni yaşam alanı ve evriminin yolculuğunun doğrultusu olan dijital atmosferin temel dinamikleridir. Bu doğrultuda şu dönüşümler gözlemlenmektedir; zihin maddenin yerini, beyin kasın yerini ve fikirler nesnelerin yerini almaktadır (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

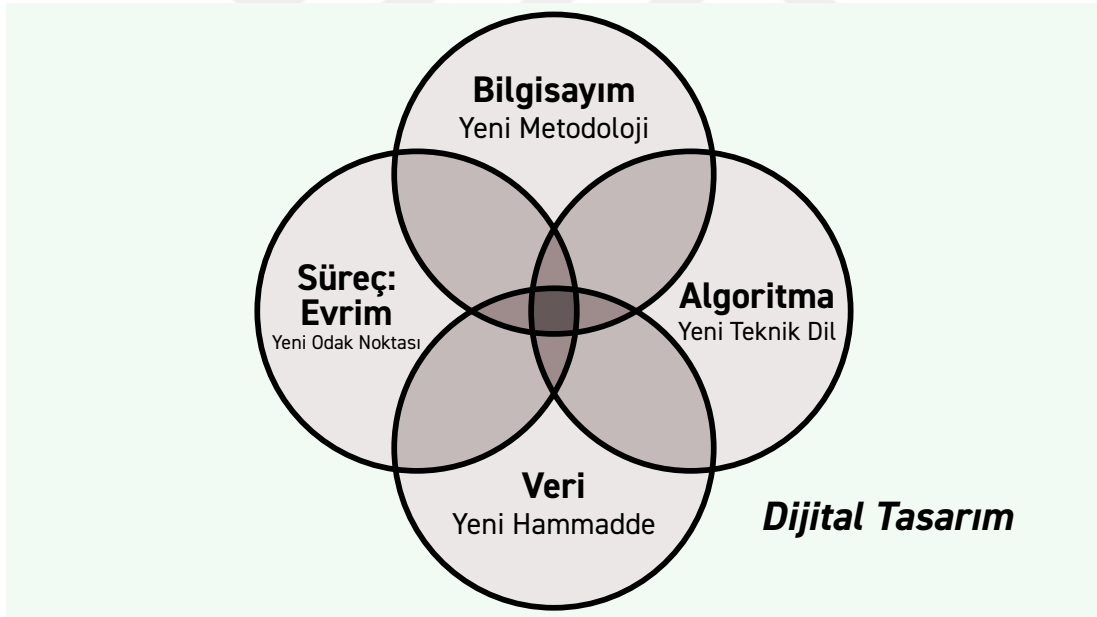


Görsel 17. Endüstri 4.0 çağının teknolojisinin karakterini oluşturan nitelikleri: dijital, katlanarak büyüyen ve kombinasyonel – bilgisayarım.

Her bilimsel disiplin hem teoride hem de pratikte, metodolojisini, teknik dilini, hammaddesini ve odak noktasını bu dinamiklerin doğrultusunda güncellemelidir. Tezin devamında bu dinamikler tasarım disiplinlerinin bakış açısından incelenecektir.

Bu durumda tasarım disiplinleri için aşağıdaki dönüşümlerden söz edilmektedir:

- Bilgisayımsal tasarım (*computational design*), dijital tasarım uygulamasındaki yeni metodik yaklaşımdır.
- Algoritma, yeni teknik dildir.
- Veri, yeni hammadde.
- Tasarım uygulaması, sonuç-odaklı olmaktan süreç-odaklı olmaya doğru ilerlemektedir.
- Tasarım süreci, inşa edilen ve montajlanan formlardan büyüyen formlara doğru dönüşmektedir.

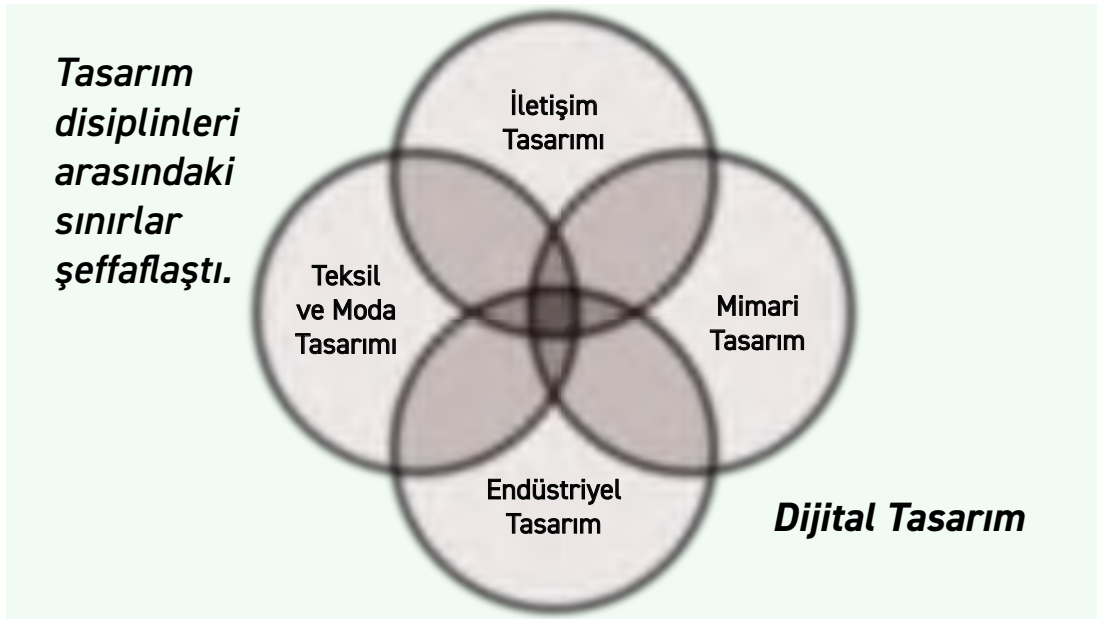


Görsel 18. Dijital tasarımın karakterini oluşturan nitelikleri.

Bu tezde açıklanacak fenomenal bulgular, sadece görsel iletişim tasarımı özelinde değil, endüstriyel tasarımdan mimariye bütün tasarım disiplinleri için geçerlidir. İnsanın yeni yaşam alanı olan dijital atmosferin hiper-gerçekçi dijital fenomenleri ile fiziksel sınırları ortadan kaldırması, tasarım disiplinlerinin arasındaki sınırları da şeffaflaştırmaktadır. Dijital atmosferdeki yaşantının fenomenlerini, kanunlarını, sis-

temlerini, mekanlarını, ürünlerini, hizmetlerini tasarlamada bütün tasarım disiplinlerinin buluşması gereken çokdisiplinli ve disiplinlerarası çalışma modelleri gerekmektedir.

Çağımızın en soyut ve kavramsal konularından en teknik ve bilimsel konularına kadar tasarımın her yönüyle uğraşmak, tamamen ortak bir platformun varlığı sayesinde, çok daha kolaydır. Tasarımcı rollerinin son derece yalıtılmış halde endüstriyel olarak özelleşmesi ve ayrışması kendiliğinden işlerliğini yitirmektedir. Bunun arkasındaki etmen, tasarımcıların kendi aryetişimlerinden bağımsız olarak aynı dili, yani bilgisayarlı tasarım dilini konuşabilmeleridir (Dritsas, 2012).



Görsel 19. Tasarımın disiplinleri arasındaki sınırlar şeffaflaşmıştır.

Endüstri 4.0 ile dönüşüm yaşayan yeni tasarım mesleği, insanlığın önünde tasarlanacak yeni bir evren olduğu için büyük önem ve öncelik kazanmıştır. Tasarımcı olmak ise artık bilgisayarlı düşünce, matematik, istatistik ve hatta eleştirel yazma gibi yeni temel yetenekler gerektirmektedir.

2.1. Dijital Tasarım

Endüstri 4.0'ın çağın gündemine taşıdığı bu kavramlara değinmeden önce, uzun zamandır gündemde olan diğer bir olguya dair algıyı güncellemek yerinde olacaktır. Bu dijital tasarım olgusudur.

Dijital tasarım, en yalın ifadesi ile tasarım faaliyetinin teknolojisidir. Bir tarz veya akım değil, bir tekniktir. İnsan türü yaşantısını gitgide dijital atmosfere göç ettirdikçe, günümüzde 'geleneksel' olarak adlandırdığımız dijital olmayan analog tasarım teknikleri zamanla yok olacaktır. Hatırlamak gerekir ki, tasarımcılar ve sanatçılar ürünlerini tasarlayabilmek için tarih boyunca kendilerine sunulan en ileri malzeme ve teknikleri kullanmışlardır.

Dijital teknolojiler, önceki teknolojik dönüşümlerden farklı olarak, yeni tasarım araçların yanında bir de yeni bir ortam sunmuştur. Dijital tasarımın tasarımcıya sunduğu sonsuz olanaklar denizinin tarihte emsali yoktur. Fakat dijital tasarımın doğasını anlayıp ona hükmedebilmek tasarımcılar için kolay olmamıştır.

Tasarımcılar ve tasarım eğitimi sistemi yüzyıllardır değişmeden süregelen değişim uyum sağlamakta zorlanmamışken, neden günümüzde uyum sağlamada ve yenilenmede zorluk yaşanmaktadır? Bu sorunun cevabı Dünya'nın karşılaştığı üstel büyümenin etkisi, yani "katlanarak artan hıza uyum sağlayamama" tanımı ile açıklanabilir.

21. yüzyılın yeni Dünya düzenine kadar, tasarım araçlarının değişim hızı, tasarımcıların kolay hazmedebileceği seviyede olmuştur. Tasarımdan beklenen gereksinimler ve tasarımın bu gereksinimler için ürettiği çözümler geniş zaman dilimi içerisinde evrilmiştir. Tasarımcılar da elleri altındaki araçlarda ustalaşacak zamana sahip olmuştur. Günümüzde ise, katlanarak artan büyümenin etkisiyle önceleri hiç karşılaşılmamış bir hızda değişim başlamıştır ve beraberinde çok sayıda yeni gereksinim açığa çıkmaktadır. Bunun karşısında ise üzerinde ustalaşılması ve tüm kapasitesi ile kullanılması hiç kolay olmayan dijital tasarım araçları vardır. Gereksinimleri anlamak ve onlara çözüm üretecek araçlar üzerinde hakimiyet kurmak çok zorlaşmıştır. Zamanın sunduğu evrim süreci geçmişte olduğu gibi gereksinimleri karşılayamamakta ve yavaş kalmaktadır. İnsanlık o kadar hızlı dönüşmektedir ki; yeni teknolojileri icat etmedeki hızı, o teknolojiler üzerinde uygarlaşabilmesinin

hızını geride bırakmıştır (Kelly, 2016). Yaşam denilen olgu şu anda insandan daha önceleri birkaç yüzyılda hazmedebildiği ve üzerinde hakimiyet kurduğu gelişmeye eşdeğer yeni gelişmelere bir yıl kadar kısa bir sürede uyum sağlamasını beklemektedir. İşte, insanlık günümüzde bu denli büyük bir hız üzerinde ayakta durmaya çalışmaktadır.

Harari, insanlığın yeni çağda karşılaştığı bu sıkışmışlığı ve zorluğu şu şekilde ifade etmektedir:

“Yüzyıllar önce, insan türü yavaş yavaş bilgi biriktirebiliyor, siyaset ve ekonomi de sakin bir ritimde değişiyordu. Bugün bilğimiz aşırı bir hızla artıyor ve teoride Dünya'yı gitgide daha iyi anlıyoruz. Ancak aslında tam tersi gerçekleşiyor. Yeni bilgiler daha hızlı ekonomik, sosyal ve siyasi değişimlere neden oluyor; biz ne olduğunu anlama çabasıyla bilgi birikimini çoğaltıyoruz ve bu da daha büyük dalgalanmalara yol açıyor. Zamanla günümüzü anlamakta ve geleceği öngörmekte daha da zorlanır hale geliyoruz (Harari, 2016).”

Yeni çağın tasarım teknolojisi dijital araçlardır ve bunları kullanmak artık neredeyse bir tercih değil zorunluluktur. Analog ve manuel olan tekniklerin tasarım sürecinde artık neredeyse yer almadığı gözlemlenebilmektedir. Dijital tasarım olgusunu anlamak için öncelikle dijital gücün ne olduğu irdelenmelidir. Dijital güç, özünde işlem gücü demektir. Hatta, insanın aklından veya kâğıt-kalem yardımı ile hesaplayarak asla ulaşamayacağı kadar muazzam bir işlem gücü demektir. Bu güç 'bilgisayım gücü' olarak da ifade edilebilir. Tasarımcı kendinde olmayan bu gücü nasıl ürüne dönüştürebileceğinin yöntemlerini keşfetmek ve yönetmek durumundadır. Dijital tasarım olanaklarından yalnızca dijital dönemin öncesine ait tasarım fikirlerinin gerçekleştirilmesi için yararlanmak, bu muazzam gücün çok kısıtlı kullanılmış olması demektir. Dijital tasarımın sağladıkları, geleneksel yöntemleri kolaylaştırma, hızlandırma ve kusursuzlaştırma ile kısıtlı kalmamalıdır. Dijital tasarım faaliyeti dijital atmosferin çok katmanlı ve girift yapısından ötürü yönetilmesi gereken bir organizasyon haline gelmiştir.

Branko Kolarevic (2003) dijital tasarım ortamının kendisini formun türetilmesi ve dönüştürülmesinde jeneratif bir araç olarak kanıtladığını belirtmektedir (Beslioglu,

2011). Dijital tasarımın ayırt edici özellikleri kesin olarak ayrı bir estetik biçimini teşkil etmektedir. Kilit özelliklerinden sadece birkaç tanesini belirtmek gerekirse, etkileşimli, katılımcı, dinamik ve kişiselleştirilebilir olmasıdır (Paul, 2015).

2.1.1. Bilgisayımsal Tasarım: Yeni Metodoloji

Bu konuya başlarken, öncelikle Türkçe’de çok yeni olan ‘bilgisayım’ teriminin hangi kelimenin karşılığı olarak belirlendiğine değinmek doğru olacaktır. ‘Bilgisayım’ terimi ‘*computation*’ teriminin, ‘bilgisayımsal’ terimi ise ‘*computational*’ teriminin Türkçe karşılığı olarak belirlenmiştir.

Devamlı kullandığımız için bildiğimiz ve hâkim olduğumuzu düşündüğümüz ‘*computation*’ kelimesine biraz daha yakından bakıldığında o kadar da tanıdık olmadığı görülür. Zaten kelimenin ne demek olduğunun çok da hızlı dile gelememesi, içinde farklı anlam katmanlarını da taşıdığının işareti gibidir. Sözcüğü bir de tasarımla ilişkisinde ele almaya çalıştığımızda konu biraz daha zorlaşır. Çünkü tasarım da zaten doğası itibarıyla tanımlı zor bir kelime ve iştir. Kesin bir tanım ve açıklama ile ifade edilmesi pek mümkün olmamaktadır. Bu, tasarımın hep belirsiz olanla ilişkide varlığını sürdürmesinden kaynaklanmaktadır (Yalınay Çinici, 2012).

Türkçe akademik literatürde ‘*computational design*’ teriminin ‘bilgisayım’dan başka iki tercümesi daha görülmektedir; bunlar ‘hesaplamalı tasarım’ ve ‘kompütasyonel tasarım’ terimleridir. Hesaplama fiili, ‘*computation*’ ile aynı metinde çok sık bir araya gelen ‘*calculation*’ fiili için de kullanıldığından, ‘*computational design*’ teriminin karşılığı için ‘hesaplamalı tasarım’ demenin, anlam karmaşasına neden olacağı kanaatine varılmıştır. ‘Kompütasyonel’ terimi anlamı doğru anımsatsa da Türkçe’ye uzak bir çeviridir. Önümüzdeki yıllarda çok sık duyacağımız ve kullanacağınız bu terim için, Türkçe olan bir karşılığın benimsenmesi uygun görülmüş ve bu tezde ‘bilgisayım’ tercümesi tercih edilmiştir. ‘*Computation*’ terimi ‘*computer*’ kelimesinden türemekte, aynı işlevle, ‘bilgisayım’ terimi de öz Türkçe’de kullanımını gayet benimsediğimiz ‘bilgisayar’ kelimesinden türemektedir.

Bilgisayımsal tasarımı anlamak için öncelikle, ‘bilgisayım’ kavramından ve ortaya çıkardığı ‘bilgisayımsal düşünce’ yetisinden başlamak gerekir.

2.1.1.1. Bilgisayım

MIT Media Lab ekibinden bilişsel bilimci Joscha Bach'ın görüşlerine göre; 20. yüzyılın Dünya'nın anlaşılmasına en önemli katkısı pozitif bilim, bilgisayar teknolojisi, uzay uçuşları veya fiziğin kurucu teorileri değildir. Bu katkı, bilgisayarım kavramıdır (Bach, 2016). Bilgisayım, bilgisayar biliminin konusudur ve bu herkesi etkileyen bir fenomendir. Kâğıttan uçak yapmak, işe araba ile gitmek, yemek yapmak veya bütün eylemleri yaparken hücrelerimizde gerçekleşen DNA transkripsiyonu bilgisayarımın örnekleridir. Bilgisayım sorun çözmenin sistematik bir yoludur. Bilgisayarların doğduğu ilk yıllardaki esas kullanım amacı olan bilgisayarım, daha sonraki masaüstü kişisel bilgisayarlar ile başlayan görevlerin 'bilgisayarlaştırması' döneminde unutulmuş ve geri planda kalmış, ama günümüzdeki Endüstri 4.0 çağının gündeme taşıdığı yapay zekâ, algoritma ve veri kavramları ile yeniden hatırlanmıştır. Wolfram'ın ifadesi ile, nasıl teleskopun icadı astronomiyi, mikroskopun icadı biyolojiyi modern bir bilim olarak var ettiyse, bilgisayarın icadı da faaliyeti bilgisayarım olan yeni bir bilim dalını var etmiştir (Wolfram, 2002).

Bilim bize doğal Dünya'nın nasıl işlediği konusunda temel bir anlayış sağlamakta ve o bilgiyi güvenilir bir şekilde doğrulamak için bilimsel bir yöntem sunmaktadır. Bilgisayım hakkında temel bir kavrayış, tıpkı temel fizik, kimya ve biyoloji bilgisinin sağladıklarına benzer, Dünya'yı anlamlandırmaya yarayan ve gerçek Dünya problemlerini daha etkili ele alabilmemizi sağlayan faydalar sunar. Bilgisayarımın bu yönüne genellikle 'bilgisayımsal düşünce' adı verilmektedir (Erwig, 2017).

Bilgisayım kavramının ne ifade ettiği bilgisayar biliminin özünde yer almaktadır.

Birinci görüş, yani bilgisayarımın sorunları çözdüğü görüşü, bir sorunun, uygun şekilde temsil edildiğinde ve alt sorunlara ayrıldığında bilgisayarım yoluyla çözülebileceğini vurgulamaktadır. Bu sadece bilgisayar biliminin toplumun birçok farklı alanındaki muazzam etkisini yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda bilgisayarımın neden bilgisayarların kullanımından bağımsız olarak her türlü insan faaliyetinin önemli bir parçası olduğunu da açıklar. Ancak, sorun çözme perspektifi bilgisayarımın bazı önemli yönlerini dışarıda bırakmaktadır. Bilgisayım ve sorun çözme arasındaki farklara daha yakından bakıldığında ikinci bir görüş, yani bilgisayarımın algoritma yürütmesi olduğu görüşü ortaya çıkar. Bir algoritma bilgisayarımın kusursuz tarifidir

ve bilgisayarının otomasyonunu ve analizini mümkün kılmaktadır. Bu görüş bilgisayımı birçok adımdan oluşan bir süreç olarak tanımlamaktadır (Erwig, 2017).

Bilgisayım (*computation*), bilgisayarlaştırmadan (*computerization*) farklıdır. Fakat bu iki terim sıklıkla birbiri ile karıştırılır. Bilgisayım; hesaplama ve matematiksel veya mantıksal yöntemlerle bir şeyi tespit etme yöntemi iken, bilgisayarlaştırma bilgilerin bilgisayar sistemine girilmesi, işlenmesi ve depolanması eylemidir. Bilgisayarlaştırma otomasyon, mekanikleştirme, dijitalleştirme ve dönüştürme ile ilgilidir. Genel olarak, önceden algılanan, önceden tespit edilen ve iyi tanımlanan süreçler veya sonuçların dijitalleştirilmesini içermektedir. Bunun aksine, bilgisayım bilinmeyen, açık olmayan, belirsiz olanın keşfedilmesi ile ilgilidir; keşifsel doğası nedeniyle, bilgisayım insan zekâsına öykünmeyi ve onu genişletmeyi amaçlamaktadır. Bilgisayım; rasyonelleştirme, akıl yürütme, mantık, algoritma, tümevarım, tümdengelim, dış değer bulma, keşif ve tahmin nosyonlarını içeren bir kavramdır. Çıkarımlarından birkaç tanesini belirtmek gerekirse; sorun çözmeyi, akılsal yapıları, kavramayı, simülasyonu ve kural temelli zekâyı içermektedir (Terzidis, 2006).

Bilgisayımsal terimler “nedensellik” fikrini başka bir bakış açısı ile ifade etmektedir ki bu, felsefecilerin yüz yıllar boyu mücadele ettiği bir şeydir. Nedensellik, bir bilgisayım sisteminde bir durumdan bir sonrakine geçiştir. Bilgisayımsal terimler aynı zamanda mekanist veya natüralist felsefedeki ‘mekanizma’ kavramının da yerini almaktadır. Bilgisayımıcılık yeni ‘mekanizma’dır. Artan sayıda fizikçi şunu anlamaktadır ki evren matematiksel değildir, bilgisayımsaldır. Fizik ise gözlemlerimizi çoğaltabilecek bir algoritma bulma çabasındadır. İklim bilimi, moleküler genetik ve yapay zekâ bilgisayımsal bilimlerdir (Bach, 2016).

2.1.1.2. Bilgisayımsal Düşünce

Stephen Wolfram’ın açıklamasına göre; bilgisayımsal düşüncenin entelektüel özü işleri yeteri berraklık ile ve yeteri kadar sistematik bir yöntemle formülleştirmedir. Sonuç olarak bilgisayara bu işleri nasıl yapabileceği anlatılabilir. Matematiksel düşünce ise işleri birinin matematiksel olarak ele alabileceği yeterlikte formülleştirmektir. Bilgisayımsal düşüncenin üzerinde yapılandığı temel matematiksel düşüncedir ama matematiksel düşünceden daha geniş ve kapsamlı bir alandır (Wolfram,

2016). Bilgisayımsal düşüncenin evrensel dili sayesinde, disiplinleri birbirinden ayıran keskin sınırlar yok olmaya başlamıştır (Group, 2004).

Bilgisayımsal düşünce yakın gelecekte birçok meslek için belirleyici nitelik olacaktır. Yakın zamana kadar birçok mesleğin günlük yaşamdaki başarısı için yeteri seviyede geleneksel matematiksel düşünce gerekmeteydi. Bunun yerini bir üst seviye olan bilgisayarlı düşünce hızla almaktadır ve gelecekte yeri olan hemen her mesleğin ve kariyerin başarı anahtarı olarak belirlemektedir. Wolfram bu dönüşümü şu formül ile ifade etmektedir; arkeolojiden zoolojiye (A'dan Z'ye) herhangi bir alanı X olarak seçin, "bilgisayırımsal X" ya vardır ya da çok yakında olacaktır.

Stephen Wolfram, bilgisayarlı düşünce kavramının evrim sürecinde etkin rol almış öncülerdendir. 2002 yılında yayınladığı "A New Kind of Science" kitabı tartışmalara yol açmış ve yayınlandığı tarihi takip eden yıllarda olumsuz eleştiriler almıştır. Fakat kitabın bulguları günümüzde yeni fak edilmeye ve anlaşılmaya başlamıştır. Wolfram, bilgisayarlı düşünce kavramı üzerine 1970'lerin başından beri 40 yılı aşkın süredir akademik araştırmalar yapmakta ve kavramın gelişmesine halen önemli katkılarda bulunmaktadır. Bilgisayırımdan insanın hizmetine yararlanılabilmesi için teknoloji geliştirmektedir. Bu amaç ile Wolfram Mathematica ve Wolfram Alpha programlarını tasarlamıştır. 1988 yılında çığıır açarak var olan Mathematica, öncülüğünü günümüzde halen koruyan bilgisayarlı platformudur. 2009 yılında yine çığıır açarak var olan Wolfram Alpha, sunduğıu hizmette türünün tek örneğı olan bilgisayarlı bilgi motorudur (*computational knowledge engine*). Veriyi sağlayan Wolfram Alpha ve bilgisayarlı gücünü sunan Wolfram Mathematica ekosistem oluşturarak birlikte çalışmakta ve bilgisayarlı günlük yaşamın her anında kullanabilmek üzere ulaşılabilir kılmaktadır. Wolfram, ileri öngörüsü ve kavram üzerine olan hakimiyeti ile günümüzdeki Endüstri 4.0 çağının dinamiklerini günümüzden 20 yıl kadar önce tanımlamaya başlamıştır. Bu gerçık, Wolfram'ın konu ile ilgili görüşlerini önemli bir kaynak haline getirmektedir.

2.1.1.3. Bilgisayımsal Tasarım

Bilgisayım, tasarımın doğasını ve tasarım süreçlerini temelden dönüştürmüştür. Bilgisayımsal düşünce doğru kabul edilmiş bazı varsayımları ve teorileri sorgulamayı ve bilgisayarlı tasarım yöntemlerinin yeni tasarım süreçlerinde üretken birer araç olarak kullanabilmeyi beraberinde getirmektedir. Bu bakış açısı ile tasarım, aynı anda sistematik ve rasyonel bir metot, bir veri ve bilgi işleme problemi ve yaratıcı bir eylem alanı olarak yeniden tanımlanmaktadır (Gürsel Dino, 2015).

Bilgisayım, tasarımla olan ilişkisinde, belirli bir ortamı oluşturan öğeler arasındaki bilginin ve etkileşimlerin işlenmesidir ve bu tanımlanan ilişkinin ekseninde etkileşim vardır. Bilgisayım, verilerce bilginin arasında karşılıklı bir ilişki nüfuzu ve müzakeresine olanak sunan ve karmaşık (*complex*) düzen, form ve yapı üretebilme kapasitesinde olan çalışma alanını sağlamaktadır (Menges & Ahlquist, 2011).

Bilgisayım, biçim, mekân ve iskeletin (*form, space and structure*) algılanmasında ve tasarımında derin bir etki bırakmıştır. Kişinin bir biçimi; hangi amaç doğrultusunda var olduğuna ve ne şekilde üretildiğine yönelik algılamasının açılımını sağlamıştır. Formun açığa çıkışı, fitratında olan dahili kuralların ve ekolojisinden gelen harici baskıların bilgisayarlı etkileşimi sonucundandır. Bu dahili kurallar günümüzde algoritma terimi ile anlaşılmakta ve tanımlanmaktadır. Bilgisayım teorisi ve tekniklerin zeminini oluşturan temel kavramlar, formu ortamın tamamlayıcı bileşeni olarak, ortamı da rejenerasyon: yenilenme ve dejenerasyon: bozulma arasındaki dinamik alış-verişin enerjisinden dokunmuş karmaşık (*complex*) bir ağ olarak meydana çıkarmaktadır. Özellikle bilgisayarlı tasarım, sistem teorisinden sibernetiğe, morfogenezden gelişim biyolojisine uzanan çok katmanlı kavramların birikimini yansıtmaktadır (Menges & Ahlquist, 2011).

Günümüzde bu konu hakkında yazılmış akademik kaynaklar ve konuyu müfredatlaştırma çabaları büyük çoğunlukta mimari ve endüstriyel tasarım disiplinlerinde görülmektedir. Mimari ve endüstriyel tasarım disiplinlerinin bu başarılarının arkasındaki kolaylık mesleklerinin matematik ile olan ilişkisini derinden kurmuş olmalarıdır. Matematik bilgisayarlı tasarımın belkemiğidir. Bu tez kapsamında; mimari ve endüstriyel tasarım disiplinlerinin var olan yayınlarından ve deneyimlerinden

yararlanılarak, görsel iletişim tasarımı disiplinin bilgisayarlı tasarım yaklaşımını benimsemesine yönelik bulgular aranmaktadır.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) tasarım ve bilgisayarlı epistemolojisinin geliştirilmesi konusunda tarihi dönüm noktalarına ev sahipliği yapmıştır. MIT Mimarlık departmanı sunduğu Tasarım ve Bilgisayarlı (*Design and Computation*) yüksek lisans programının temelini 1990'ların ortalarında atmıştır. Bu program bilgisayarlı tasarım kavramını akademik platformda derinlemesine araştıran öncü girişim olmuştur. MIT Tasarım ve Bilgisayarlı programının direktörü ve Biçim Gramerleri Kuramı'nın (*Shape Grammars Theory*) kurucusu olan George Stiny, programın hedeflerini belirlerken, teknik bilgisayar uygulamaları üzerine yoğunlaşmak yerine hesaplama ve bilgisayarlı kuramına vurgu yapmayı tercih etmiştir. Bu programın doktora mezunlarından olan Onur Yüce Gün, TMMOB Mimarlar Odası'nın akademik yayını olan Dosya'nın bilgisayarlı kavramına adanmış 29. sayısına editörlük yapmıştır. İngilizce ve Türkçe olmak üzere iki dilde yayınlanmış *Dosya 29: Hesaplamalı Tasarım* sayısı bu yeni kavramın keşfedilmemiş anlamlarını aydınlatmaya çalışan uluslararası çapta önemli bir kaynak olarak belirmiştir (Gün, 2012).

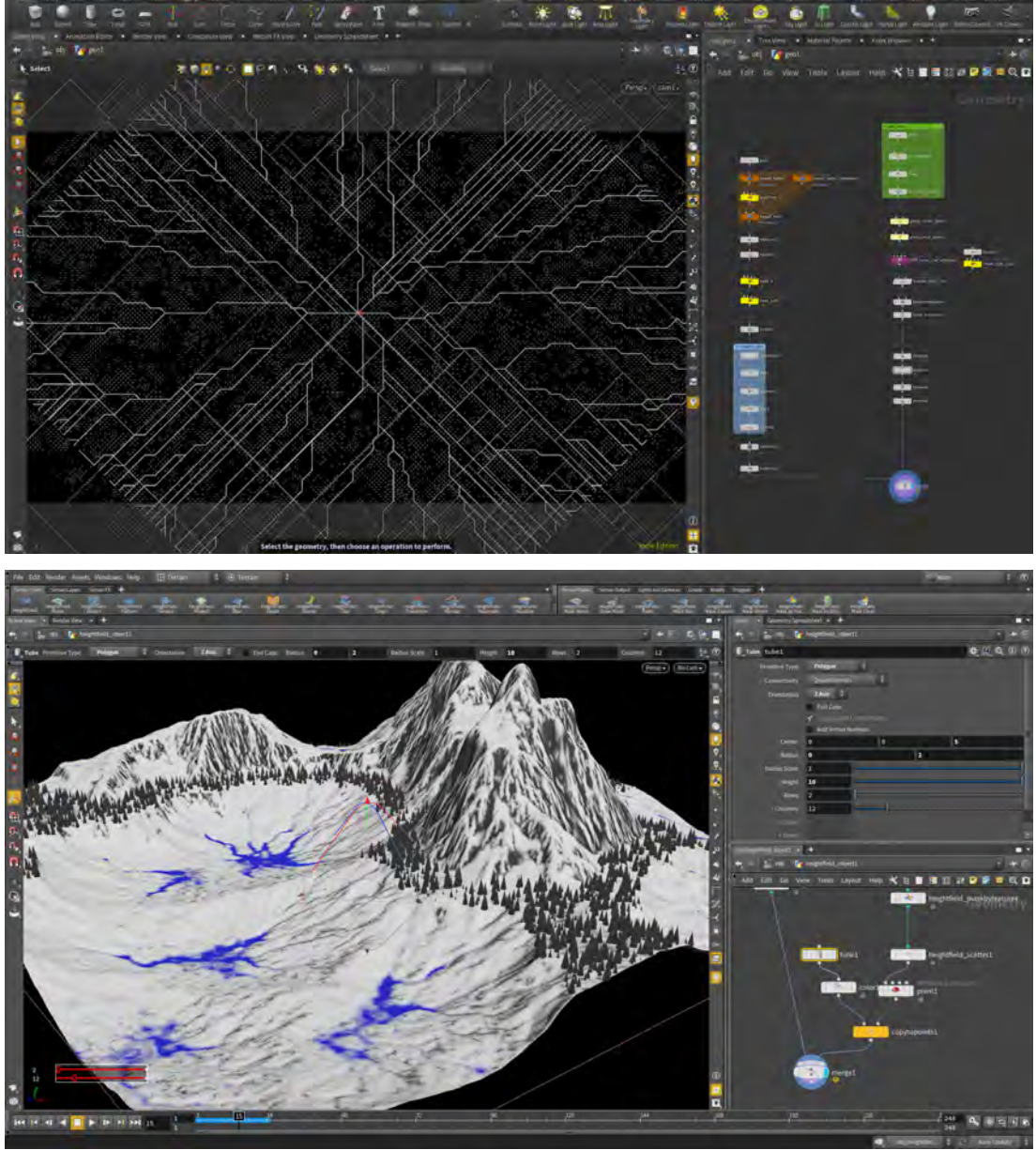
Görsel iletişim tasarımı mesleğinin üretim alanı, iki boyutlu (2D) ve statik halinden üç boyutlu (3D), zaman-mekânsal (*spatio-temporal*) ve hareketli hale dönüşmüştür. Görsel iletişim tasarımının ürün ve hizmetleri, insan tarafından dijital atmosfer içerisinde zamansal olarak yaşanmakta ve mekânsal olarak algılanmaktadır. Mimarlık mesleğinin ürünleri de insan tarafından fiziksel atmosfer içerisinde zamansal olarak yaşanmakta ve mekânsal olarak algılanmaktadır. Mimarlık mesleğinin üretim alanı ile olan bu yapısal benzerlik, mimarlık disiplinin bilgisayarlı kavramı üzerine olan araştırmalarını Görsel İletişim Tasarımı disiplini için değerli kılmaktadır.

Bilgisayarlı tasarım, tasarım disiplinlerinin geleneksel eğitiminin içinde yer almayan betik dil ve programlama becerilerini gerektirdiğinden ötürü, dönüşümdeki zorluk yalnızca teknik ve pratik doğası ile algılanmıştır. Bu yaklaşımın mimarlık alanında eğitimini veren Achim Menges ve Sean Ahlquist seneler içinde fark etmiştir ki, asıl zorluk bilgisayarlı tasarım tekniklerinde ustalaşmak değil, bilgisayarlı tasarım düşüncesini kültürel olarak kazanmaktır (Menges & Ahlquist, 2011). Menges ve Ahlquist'in deneyimleri ile ulaştıkları bu farkındalık MIT Tasarım ve Bilgisayarlı

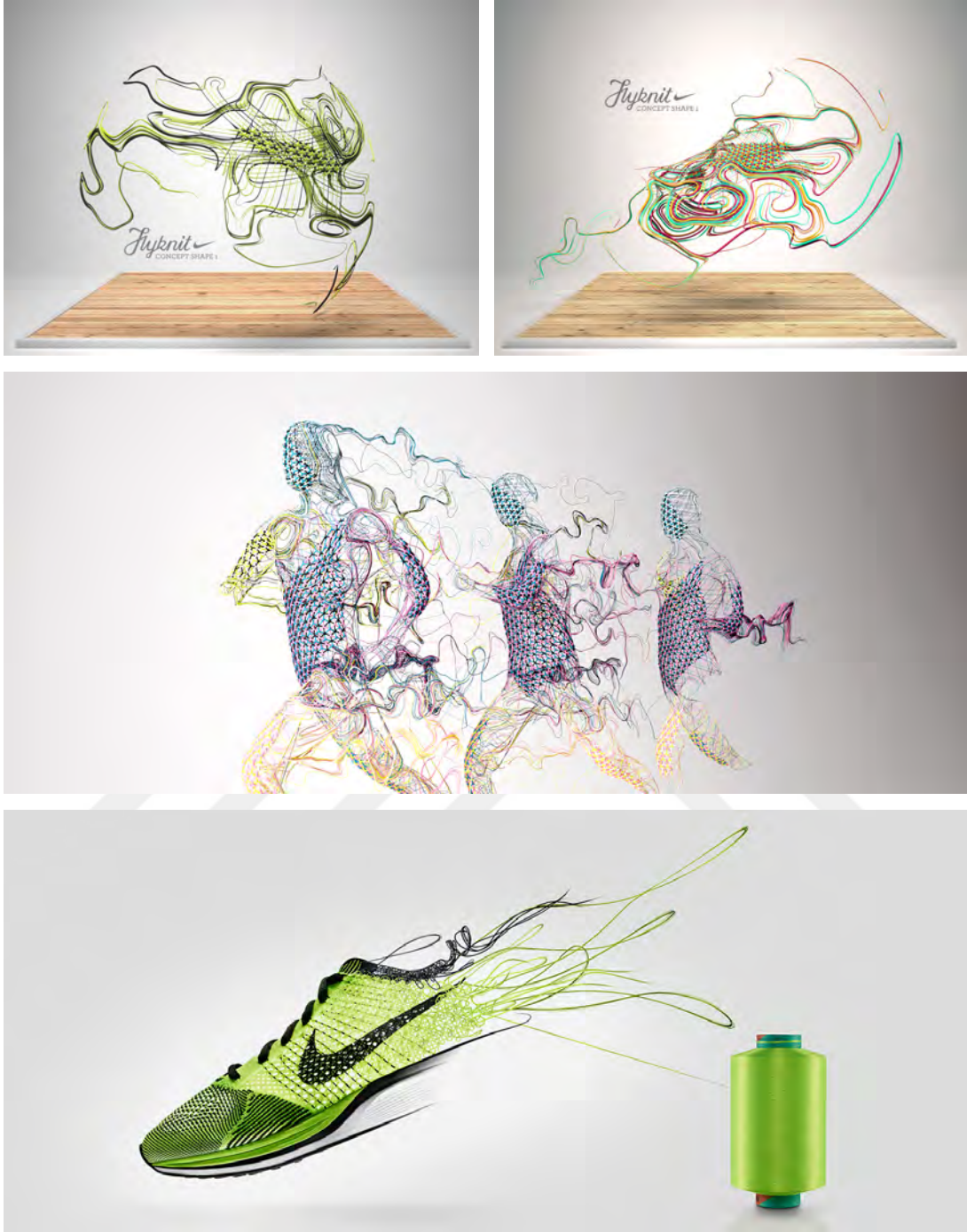
yım programının yirmi yıl önceki öngörüsünü ve ısrarcı olduğu yaklaşımı doğrulamaktadır. Sonuç olarak bilgisayarlı tasarım yaklaşımı hem pratik hem de teorik bir açıdır. Bilgisayarlı tasarımın düşünsel alanından yüzeysel geçip ağırlıkta teknik olarak yararlanmak dahi mevcut tasarım süreçlerini yüksek oranda geliştirmekte ve hızlandırmaktadır. Fakat bilgisayarlı tasarım kavramının muazzam gizilgücü, düşünsel ve pratik uygulama tam olarak birleştirilebildiğinde açığa çıkmaktadır. Bu gizilgüç mevcut olan geleneksel tasarım uygulamalarını geliştirmenin ötesinde, daha önce hiç düşünülmemiş özgün yöntemler üretebilmektedir. Bilgisayarlı tasarımın doğasının entelektüel altyapısı matematik, bilgisayar bilimleri ve biyolojiden felsefeye uzanan sistem bilimlerinin kesişimi üzerine inşa olmaktadır.

MIT Tasarım ve Bilgisayarlı Doktora Programı'nın yöneticisi George Stiny, bilgisayarlı (*computation*) kavramını anlamaya çalışmanın öncesinde, hesaplama (*calculation*) eyleminin tasarım uygulamasındaki işlevinin kavranması gerektiğini savunmaktadır (Stiny & Gün, 2012). Hesaplama eyleminin tasarımdaki bilişsel yerinin bilgisayardan önce gelmesinin nedeni tasarım uygulaması içerisinde daha görünür olmasıdır. Bilgisayarlı tasarım yaklaşımında, tasarım sürecindeki her kararın matematik ile ilişkisi kurulmalıdır. Tasarımcının, kararlarını matematiksel muhakeme ve gerekçelendirme ile alması gerekmektedir. Hesaplama eylemi bu matematiksel gerekçelendirmeleri görünür ve okunur kılmaktadır.

Stiny'nin ifadesine göre tasarım yaptığınızda aslında bilerek ya da bilmeyerek görsel bir yolla hesaplama yaparsınız. Hesaplama, tasarıma destek veren ikincil bir öge değildir. Tasarım hesaplama değildir ve bu eşitlik *tasarım=hesaplama* (*design=calculation*) formülü ile ifade edilebilir. Tasarım sürecindeki hesaplama eylemi bu formülü doğrulayacak kapsamda gerçekleşmelidir. Hesaplama; tasarımı var eden kararları bütünüyle içermelidir ve bunun için de tasarımın bütün nüanslarına izin verecek cömertlikte kapsamlı olmalıdır. Bu formülü çalıştırmak tasarımı hesaplama uydurmak değil, tam tersine hesaplamayı arzulanan tasarıma izin verecek kapsamda gerçekleştirmektir. Bu noktada, *tasarım=hesaplama* formülü diğer yöne de çalışmaya başlar, *hesaplama=tasarım* olur. Sonuç olarak tasarım süreci dinamik, ucu açık ve geliştirilebilir bir hal alır. Tasarımın orijinal kimliğini ve görsel dil birliğini bozmadan yapılabilen çok sayıda deneyleme ve düzenlemeye izin veren, fikirlerin akış halinde olduğu etkileşimli bir sistem kurulmuş olur.



Görsel 20. SideFx firmasının Houdini yazılımı, eğitici uygulamalardan sinema filmlerine ve bilgisayar oyunlarına kadar kapsayan eğitici ve eğlendirici dijital içerik üretimi alanında endüstri standardı olmuştur. Houdini, üç boyutlu (3D) ve prosedürel yapısı ile güncel bir bilgisayarlı tasarım aracıdır. Görüntüde algortimik tasarım sürecini inşa etmeye yarayan nod tabanlı arayüzü ve sonuçları görmektedir.



Görsel 21. Deskriptiv tarafından Nike için tasarlanan Flyknit reklamı kampanyası bir bilgisayarlı tasarım örneğidir. İsmi Uçan Örgü anlamına gelen projede, uçarak gelen örgüler hareket halindeki figürleri dokuyarak görünür kılmaktadır. İleri derece karmaşık (*complex*) ayrıntılara sahip bu sahnelerde, tasarımcının sonucu ayrıntıları ile öngörerek tasarlaması mümkün değildir. Tasarımcı bilgisayarlı tasarım sürecini tasarlayarak, öngörebileceğinin ötesinde gerçekçi ayrıntılara sahip olan sonuçlar ulaşmaktadır.

<https://deskriptiv.com/nikeflyknit>



Görsel 22. Memo Akten'in tasarladığı Body Paint adlı bu etkileşimli enstelasyon, Sonar Festival 2019 İstanbul'da sergilenmiştir. Önünden geçen kişinin hareketlerini bir fırça darbesi olarak algılayan enstelasyon, bilgisayarlı ve prosedürel bir tasarım örneğidir. Devamlı değişim halinde olan sonuç ürünün her anı tekrar edilemez niteliktedir.

<http://www.memo.tv/portfolio/bodypaint/>

2.1.1.4. Design In Tech Raporu

John Maeda; tasarım ve teknoloji birlikteliği üzerine olan araştırmaları ile bu konunun günümüzdeki öncü figürlerindendir. Maeda ve ekibi, Endüstri 4.0 çağının başladığı 2015 yılından itibaren senelik Design in Tech raporunu yayınlamaktadır. Bu rapor; tasarım alanındaki teknolojik eğilimleri ve bunların ticari sektördeki etkilerini analiz eden istatistiki veriler sunmaktadır. John Maeda ve ekibi, 2017 yılında yayınladıkları Design in Tech raporunda bilgisayarlı tasarım yaklaşımının dünya yaşantısındaki katlanarak artan hızın ana faktörü olduğunu açıklamıştır (DiT Team, 2017). Maeda ve ekibinin bu tespiti, sonrasında yayınladıkları 2018 ve 2019 yıllarına ait raporlarda değişmemiş, aksine kuvvetlenmiştir.

Raporda yeni çağın tasarım olgusu üç kategori altında değerlendirilmektedir.

Klasik Tasarım: Mükemmel, ustalıklı ve tamamlanmış olanı yapmak için doğru bir yol vardır. İtici güç; sanayi devrimi ve öncesindeki binlerce senenin birikimi olan mayadır.

Tasarım Düşüncesi: İş yürütme, inovasyonu geride bıraktı ve deneyim önem kazandı. İtici güç; bireysel müşteri ihtiyaçlarına ilişkin yenilik yapma gereksinimi empati gerektiriyor.

Bilgisayarlı Tasarım: Milyarlarca birey için tasarlamak, gerçek zamanlı, ölçekli ve teknoloji – ticaret – tasarım. İtici güç; Moore Kanunu'nun etkisi, mobil bilgisayarlı teknoloji ve en güncel teknolojik yaklaşımlardır.

Maeda, önemini ve güncelliğini vurgulamakta yetinemediği bilgisayar kavramını daha da ön plana alarak, 2020 yılında itibaren CX Raporu'nu yayınlayacağını duyurmuştur. CX'in açılımı "*Customer Experience as transformed by Computational Experience*" yani "Bilgisayarlı Deneyim ile dönüşen Müşteri Deneyimi" anlamına gelmektedir.

Klasik Tasarım ve Tasarım Düşüncesi Karşılaştırması

Tasarım düşüncesi olgusunun açığa çıkışı ve akabinde büyük işletmelerin bilincine dahil olması, onu Harvard Business Review ve Bloomberg Businessweek gibi yayınların tasarım odaklı kapak haberi yapmalarına neden olacak kadar önemli kılmıştır. ‘Tasarım düşüncesi’ hem uygulanış hem de sonuç ürün olarak ‘klasik tasarım’dan farklıdır. Klasik tasarım el ile tutulur bir eser ortaya koyarken, tasarım düşüncesi ise paydaşlar arasında bir fikir birliği olarak sonuçlanır.

	Klasik Tasarım	Tasarım Düşüncesi
Vurgu	Pratik	Strateji
Hammadde	Kâğıt, ahşap, metal ve fiziksel olan her şey	Post-it, beyaz tahta ve takım üyelerinin zamanı
Hedef Yönelimi	Mükemmel bir ürünü tüketiciye ulaştırmak	Yapıcı ve geliştirici farklılıkları teşvik etmek
Etkilerin Ölçümü	Onaylanma, benimsenme ve ödüller	Sonuca ulaşan bir ürün veya nitelik
Birincil Ekip	Klasik tasarımcılar	İş düşünürleri ve failleri
Beceri ve Araçların Dayanağı	Eller ve fizik kanunları	Zihin ve organizasyonel bilimler

Görsel 23. Klasik tasarım ve tasarım düşüncesinin karşılaştırılması.

Klasik Tasarım ve Bilgisayımşal Tasarım Karşılaştırması

Teknoloji endüstrisindeki insanlar ‘tasarım’ hakkında konuştuğunda, ‘klasik tasarımcılar’ ve ‘bilgisayımşal tasarımcılar’ arasındaki farklılıkları ayırt etmeme hatasına sıklıkla düşerler. Klasik tasarımcı birkaç kişinin kullanacağı ahşap bir sandalye tasarlayabilirken, bilgisayarımşal tasarımcı yüz milyonlarca insan tarafından kullanılacak bir akıllı telefon uygulaması tasarlayabilir.

	Klasik Tasarım	Bilgisayımşal Tasarım
Aktif Kullanıcı Sayısı	Birkaç ile milyonlar arası	Birkaç ile milyarlar arası
Tamamlanmış Ürünü Piyasaya Sunmak için Gereken Zaman	Dağıtım kanalları aracılığıyla haftalar veya aylar	İnternet aracılığı ile anlık teslimat
Mükemmelliğe Ulaşım	Evet, çünkü ürünün nihai evresi var.	Hayır, çünkü ürün devamlı evrim halinde.
Tasarımcının Güven Seviyesi	Tam ve kendi kendini doğrulayan	Genellikle yüksek, ama analiz, sınanma ve araştırmalara açık
Hammadde	Kâğıt, ahşap, metal ve fiziksel olan her şey	Veri, modeller, algoritmalar ve zahiri olan her şey
Beceri ve Araçların Dayanağı	Eller ve fizik kanunları	Zihin, bilgisayar bilimleri ve sosyal bilimler

Görsel 24. Klasik tasarım ve bilgisayarımşal tasarımın karşılaştırılması.

2.1.2. Algoritma: Yeni Teknik Dil

Google'ın CEO'su Sundar Pichai'nin ifadesine göre, bir genel amaçlı teknoloji olarak yapay zekânın insanlık üzerindeki etkisi, ateş ve elektriğinkinden çok daha derin ve şiddetli olacaktır (Schleife, 2018). Yapay zekânın yeni genel amaçlı teknoloji olarak belirttiği bu çağda, yapay zekâ ile idrak kazanan makineler ve insan arasında bir diyalogun başladığı söylenebilir. Makineler artık iletişim kurulması gereken bir muhatap haline gelmektedir. Makinelerin bilgisayarimsal gücünden bir çözüm ve bir üretim aracı olarak yararlanabilmek için ona istenilen eylemi, kısıtlamaları, koşulları ve sorunsalı tanımlamak gereklidir. Bilgisayarları başka türde bir varlık olarak kabul edersek, onlar ile anlaşabileceğimiz bilinen ve ortak tek evrensel dil vardır; o da matematiktir. Matematik aracılığı ile koşul ve sorun tanımlamanın, yani bir nevi “dert anlatmanın” yolu algoritma inşa etmektir. Bu da bilgisayarimsal düşünce yapısını gerektirmektedir. Bu nedenle içinde bulunduğumuz çağın teknik dili algoritmadır. Tasarımcılar ve sanatçılar tarih boyunca bulundukları çağın teknik diline hâkim olmuştur. Belirtmek gerekir ki Leonardo da Vinci veya Van Gogh, günümüzde yaşasalardı eserlerini algoritmalar ile üretirlerdi. Onlar yaşadıkları çağın kendilerine sunduğu en ileri teknolojiyi kullanmıştır.



Görsel 25. The New School Parsons Üniversitesi'nin Tekstil Bölümü Yüksek Lisans Programı “Algoritmaları Tekstillere Dönüştürebilir Misin?” sorusu ile adayların dikkatini çekmeye çalışmakta ve algoritmalar ile çalıştıklarını ifade etmektedir (2018).

Algoritma kavramının bilgisayarlı tasarım ile olan ilişkisini irdelemeden önce, yeni dünya yaşantısı modelindeki belirlişine ve edindiğı yere bakmak gereklidir.

Soyut tekniklerin ve yapay meta-dillerin yalnızca modern ve endüstriyel Batı Dünyası'na ait olduğı iddiası tarihsel olarak doğru değildir ve aynı zamanda da başka mekânların ve başka zamanların kültürleri üzerinde epistemik bir sömürgeciliğı ima etmektedir. Algoritmalar, onları tanımlayacak özel bir kelime türetilmeden çok zaman önce, hatta zamanın başlangıcından beri vardır. Algoritmalar, en basit ifadesi ile, arzulanan sonuca ulaşmak için mekanik bir tutum ile adım adım yürütölen talimatlar takımıdır. Algoritmaları soyut matematik ilkelerini yürüten güncel bir teknolojik buluş olarak gören bir algı da günümüzde mevcuttur. Zıttı olarak, algoritmalar en kadim ve somut pratiklerdir ve tarihte birçok insan icadından önce gelmektedir. Algoritmalar matematik ile sınırlı değildir. Bütün kültürler onları geleceğı öngörmekte, tıbbi tedavilere karar vermekte veya yemek hazırlamakta kullanmıştır. Reçeteler, formüller, tarifler, kurallar, teknikler ve yöntemler algoritmaların kullanımını ifade etmektedir. Sonuç olarak, algoritma terimi sistematik hesaplamanın otomatik olarak yürütölen süreçlerini ifade etmektedir. Günümüzde ise, bilgisayarın etkisi ile, "sonlu ve sınırlı olması" fikri algoritma teriminin anlamına temel bir unsur olarak dahil olmuş ve onu "süreç, yöntem ve teknik" gibi sınırları daha belirsiz olan kavramlardan ayırtmıştır (Pasquinelli, 2019).

"Algoritma" terimi, İran'lı bilim insanı al-Khwarizmi'nin isminin latinceleşmesi sonucu türemiştir. Al-Khwarizmi'nin 9. yüzyılda yazdığı "*Hint Rakamları ile Hesaplama Üzerine*" isimli eseri Batı Dünyası'na Hint rakamlarını ve beraberinde gelen yeni hesaplama tekniklerini, yani algoritmaları tanıtmıştır. Bu kaynak, Batı Dünyası tarafından 300 yıl sonra keşfedilmiş ve zaman içerisinde Romen rakam sisteminin yerini günümüzde kullandığımız modern rakam sistemi ile değiştirmiştir. Değirmek gerekir ki, dilimizde cebir olarak ifade ettiğimiz "algebra" öğretisi de Dünya'ya Al-Khwarizmi tarafından kazandırılmıştır. Öncesinde, eski bir Latin kelime olan "Algorismus" terimi Hint rakamları ile yürütölen ve toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemlerini içeren kısayolları ve süreçleri ifade etmek için kullanılmıştır. Sonrasında, "algoritma" terimi adım adım ilerleyen mantıksal süreçleri metaforik olarak ifade etmeye başlamış ve bilgisayarın mantığının özü haline gelmiştir. Algoritmaların tarihsel süreci üç evreye ayrışabilir: Tarih öncesi çağlarda, belirli bir hedefe ulaşmak ve kuralları nesillere aktarmak için uygulanan yazılı adetler ve törenler olarak

tanınabilir; Orta Çağ'da, matematik işlemlerine yardımcı olan süreçlerin adı olmuştur; Modern zamanlarda ise makineler ve dijital bilgisayarlar ile bütünüyle mekanikleştirilmiş ve otomasyon kazandırılmış mantıksal süreçler haline gelmiştir (BBC, 2019).

20. yüzyılda, İngiliz matematikçi ve bilgisayar bilimci Alan Turing, karmaşık (*complex*) problemleri çözmek üzere algoritmik talimatları izleyen bir makine üzerine çalışmıştır. Bu teorik düşünce bilgisayar çağının doğuşu olmuştur. Turing, İkinci Dünya Savaşı sırasında Enigma kodunu kırmak için kullandığı, algoritmaları kullanan Bombe isimli makineyi icat etmiştir. Bu olay, savaşın kaderini değiştirecek ölçektektir. Günümüzde algoritmalar, navigasyon ile A noktasında B noktasına gitmemizde, internet aramalarını gerçekleştirmemizde, satın almamız, izlememiz veya paylaşmamız gereken şeylerin önerilerini edinmemizde bizlere yardımcı olmakta, gündelik yaşamı şekillendirmektedir.

“Algoritma” teriminin modern bilgisayar bilimi ile uyumlu olan tanımının içerdiği bazı temel anlamlar vardır (Pasquinelli, 2019) :

- Algoritmalar, bir sürecin tekrarından açığa çıkan soyut bir şemasıdır. Zaman, mekân, iş gücü ve operasyonun organizasyonudur.
- Bu sürecin sonlu basamaklara bölünmesi ile yürütülmesi ve verimli olarak denetlenebilmesidir.
- Bir sorunun çözümüdür. İçinde bulunulan koşulların kısıtlılıklarının ötesine geçebilen bir buluştur.
- Ekonomik bir süreçtir. Zaman, mekân ve enerji anlamında mümkün olan en az miktarda kaynağı kullanmalıdır.

2000'lerin ilk on yılında, insan ve bilgisayarlar arasındaki ilişki değişime uğramıştır. İnsanlık, cihazları ceplerinde taşımaya ve donanım hakkında düşünmeyi bırakıp uygulamalar ve hizmetler hakkında düşünmeye başlamıştır. Nereye gideceğini, kiminle ilişki yaşayacağını ve ne hakkında düşüneceğini söyleyen bilgisayar sistemlerini sadece kullanmanın ötesine geçerek onlara güvenmeye başlamıştır. Her bir tıklama ile, kabul edilen her bir hizmet kullanım şartları anlaşması ile, büyük verilerin, her yerde bulunan sensorların ve makine öğrenmesinin çeşitli biçimlerinin, şarkı seçmekten suç tahmin etmeye kadar her türlü karmaşık sistemi (*comp-*

lex system) modelleyebileceği ve faydalı bir şekilde düzenleyebileceği düşüncesi kabul görmüştür. Bu süreçte eski bir sözcük olan 'algortima' yeniden gündeme gelmiştir. Bazen gözden kaçan bazen de fazlaca öne çıkartılan algoritma terimi, bilgisayarların inşa ettiği yeni kültürel olguda, halen yeteri kadar ciddiye alınmamaktadır. Aslında algoritmalar, kültür makineleri olarak işlev görür ve onlar okuyabilmek ve anlayabilmek artık önemli bir gerekliliktir (Finn, 2017).

Algoritmalar her yeredir. Bunlar halihazırda borsaya hâkim olmakta, müzik bestelemekte, araçları sürmekte, yeni makaleler yazmakta ve uzun matematiksel kanıtları sahiplenmektedir ve bunların yaratıcı eser sahibi olma (*creative authorship*) güçleri henüz şekil almaya başlamaktadır. Bugün, algoritmaların kullanıldığı bağlam, onları tatilleri rezerve etmede, potansiyel eşleri önermede, standartlaştırılmış test tahlillerini değerlendirmede ve diğer birçok kültürel işi gerçekleştirmede güvenilen gündelik teknik sihir parçaları olarak benimsenmeleridir.

Algoritmaların 21. yüzyıla hükmedeceği düşünülünce halihazırda gündemdeki en önemli kavramlardan biri olduğu anlaşılır. Kişinin yaşamını ve geleceğini anlaması için, algoritmanın ne olduğunu ve duygularla ilişkisini kavraması mühimdir. (Harari, 2016).

Kültürel eleştirmen Raymond Williams'ın görüş açısından algoritma kelimesi; kullanıcı davranışlarının yakından gözetimini, sonuçta elde edilen bilgilerinin büyük veriyi (*big data*) oluşturmasını, o verileri ayrıştırmak ve çözümlemek için çoklu istatistiksel hesaplama biçimlerini birleştiren analitik motorları, sahne arkasında yürüten bütün bu kültürel süreçlerin sadece ufacık bir kısmını kullanıcıya yansıtan arayüzleri, ve son ekranların başındaki bir dizi insanın yüzleştirdiği eylemleri ve önermeleri ifade etmektedir (Finn, 2017).

Algoritmanın anlamı "mevcut bir soruna çözüm olması amacıyla bir işlemler zinciri tanımlayan ve sonlu sayıda kurallar içeren süreçler takımı" olarak ifade edebilir. Bu bağlamda, algoritma açık, kesin ve temel olan, bütün, tamamlanmış ve aynı zamanda genel bir tavırda olan komutların sonlu dizisidir. Algoritmaları bilgisayar ortamında uygulama ve çalıştırma işi programlama dilleri aracılığı ile gerçekleşir ve bu ilişki bilgisayarın sürecini var eder. Bu durum, bilgisayarın temel özelliğidir ve teknik bir başarımların yanında, metodik üslupla geliştirilmiş bilgi gruplarının

sanal ve fiziki varlık sistemleri olarak sonuçlandığı kuramsal bir çerçevedir (Menges & Ahlquist, 2011).

Algoritmanın bilgisayarlı tasarım sürecindeki yerine baktığımızda, bilgisayarlı bir tutum ile çalışmanın kritik bir yönü; bilgiyi algoritmik olarak işleyebilmektir. Bir algoritma, bir sorunu sınırlı sayıda adımda çözmek için bir bilgisayarlı prosedürdür. Bu tümevarımı, tümdengelim, soyutlamayı, genelleştirmeyi ve yapılandırılmış mantığı içermektedir. Mantıksal ilkelerin sistematik çıkarımı ve sonrasında bir genel çözüm planının geliştirilmesidir. Algoritma stratejileri; tekrarlayan yapılar, evrensel ilkeler, birbirleri arasında değiştirilebilir modüller ve tümevarım bağlantıları gibi olgulardan yararlanır. Bir algoritmanın entelektüel gücü, yeni bilgiye ulaşma ve insan zekasının belli sınırlarını genişletme kabiliyetinde yatmaktadır (Terzidis, 2006).

Algoritmik tasarım yöntemleri hem ilham hem de gerçekleştirme için araçlardır. Bunlar bize tasarımı için yeni konseptler arama imkânı tanır. Araçların sınırları farklı tasarım deneyleri yoluyla test edilmeli ve aşılmalıdır, zira deneyime yeni bilgi ve ilham için anahtardır. Algoritmik tasarım yöntemleri, tasarımcılar için sınırsız bir ilham kataloğu üretme potansiyeline sahiptir. Bu ilhamın yoluyla yeni formlar ve paradigmlar adım adım ortaya çıkmaktadır. Algoritmik tasarım yöntemleri sadece kullanılan araçlardan ibaret değildir, bir düşünüş yolu olarak tarif edilebilir ve sadece bilgisayar çağı ile sınırlandırılmazlar. Potansiyelleri ve faydaları ancak bilgisayarların ve bilgisayarlı güçlerinin yardımı ile daha açık hale gelmiştir (Österlund, 2010).

Terzidis'in ifadesine göre, tasarım kavramsallaştırma, hayal etme ve yorumlama ile ilgilidir, bu fikirleri formüle etme faaliyetidir, bunun aksine planlama ise önceden belirlenen bir hedefin başarılması ile ilgilidir (Terzidis, 2006). Tasarım, beklenmedik ancak arzulanan bir şeyi bulma şansı için tesadüflere yer bırakmalıdır. Bu, mevcut kurallar ve uygulamalara uyum sağlayarak elde edilemez. Bu, algoritmaların kullanımı için de geçerlidir; eğer sonucu fazlaca spesifik kurallar ile kontrol edersek, yeni ortaya çıkan formlar için herhangi bir alan bırakmamış oluruz.

Her ne kadar çoğu algoritma can sıkıcı manüel yöntemleri otomatikleştirmeye yönelik olarak hazırlansa da tahmin edilebilir sonuçları amaçlamayan belli bir algoritmalar kategorisi bulunmaktadır. Bunların tümevarımsal stratejisi; jeneratif süreç-

leri keşfetmek veya karmaşık (*complex*) fenomenleri taklit etmektir. Bu tümevarımsal algoritmalar insan düşüncesinin uzantıları olarak değerlendirilebilir ve bu nedenle bir kişinin tahmin edilemez, hayal edilemez ve genellikle algılanamaz potansiyel alanlarına sıçrama yapmasına izin verebilir. Bu algoritmik süreçleri yaygın algoritmalarından ayırt eden şey bunların davranışının genellikle tahmin edilemez olması ve bunların sıklıkla kendi yaratıcılarını bile şaşkın bırakan düşünce yapıları ve sonuçlar üretmesidir.

İnsanlığın aktiviteleri olan buluş (*invention*) ve keşif (*discovery*), algoritmik kompozisyonun bir düşünce tarzı olmasında merkezi konumdadır. Buluş, pratik zekâ veya hayal gücü kullanarak bir şeyin var olmasına neden olma eylemidir; bu bir yapay insan yaratımıdır. Bunun aksine keşif, ilk kez olarak halihazırda mevcut olan bir şey ile karşılaşma eylemidir. Algoritmalar bir kişinin doğal veya yapay olsun bilinmeyenin Dünya'sına sıçrama yapmasına, bilinmeyen alanları keşfedip orada buluşlar gerçekleştirmesine izin veren paketlenmiş süreçler sistemidir. Bunlar son ürün değildir, keşif (*exploration*) için bir araçtır (Terzidis, 2006).

2.1.3. Veri: Yeni Hammadde

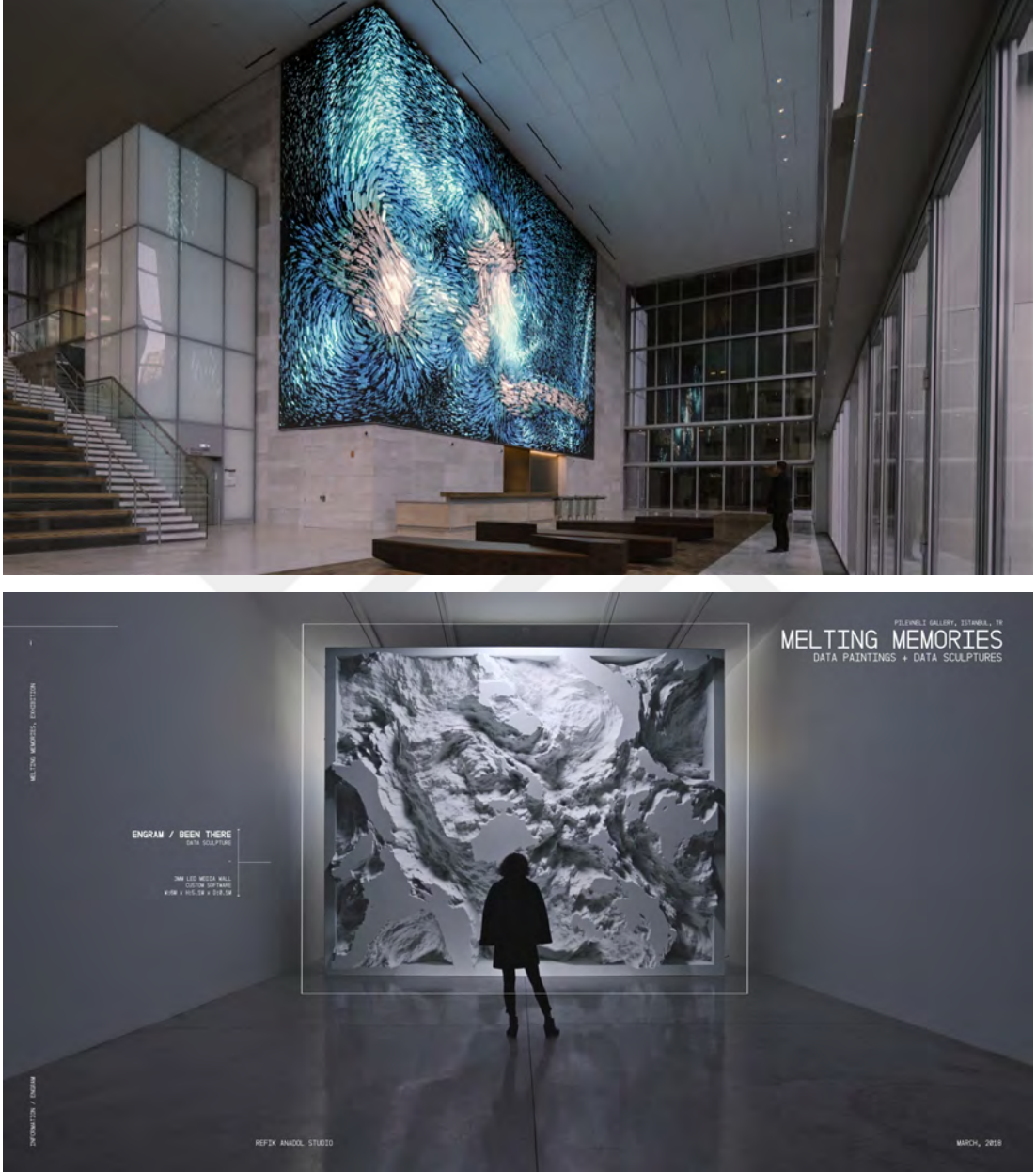
Veri 21. yüzyılın yeni ham maddesi haline gelmiştir (HM Government, 2012). Maddeye dayalı küresel ekonomi modeli, veri ekonomisi ne dönüşmektedir. İnsanın dijital atmosferde geçen yaşantısı akıl almaz miktarlarda veri doğurmaktadır. Veri, yeni dünya yaşantısının bir çeşit atığı olarak ortaya çıkmaktadır. İnsanlığın dijital teknoloji ile attığı her bir adımın arkasında bıraktığı izdir. Açığa çıkan bu veri, anlamlandırılarak kullanılabilir bilgiye dönüşmektedir. Önceden altın madenleri, buğday tarlaları ve petrol kuyuları gibi maddi malvarlıkları temel zenginlik kaynaklarıyken, bugün en büyük zenginlik kaynağı bilgi haline gelmiştir. Geleneksel Dünya görüşü iki tür kaynak olduğunu varsayar; madde ve enerji. Aslına bakarsanız Dünya'da üç tür kaynak bulunur: Madde, enerji ve bilgi. Madde ve enerji tükenebilir, elinizdekiler kullanıldıkça azalacaktır. Bilgiyse aksine büyüyen bir kaynaktır, ne kadar kullanılırsa o kadar artar. Hatta sahip olunan bilgi dağarcığını artırmak hammadde ve enerji de sağlayabilir (Harari, 2016).

2010'lu yıllar ile Dünya'nın bir veri devrimi yaşadığı söylenebilir. İnternet'in ve gelişen dijital saklama olanaklarının birlikte sunduğu zemin sayesinde Dünya'yı saran

veri seli dijital atmosferin bir fenomeni olarak kabul edilmiştir. Bu fenomen, 2005 yılında O'Reilly Media bünyesindeki Roger Mougallas tarafından "Büyük Veri" (Big Data) olarak adlandırılmıştır (Sageetha & Sreega, 2015). IBM'in 2011 yılında yaptığı açıklama o zaman için Dünya'daki kayıtlı verinin yüzde 90'ının son iki yılda oluştuğunu söylemektedir (IBM, 2011). Sosyal medya aracılığı ile yapılan her bir paylaşım; fotoğraflar, beğeniler, düşünceler, alınan her bir uçak bileti; ne kadar erken alındığı, yolculuğun hangi saatte tercih edildiği, yapılan her bir alışveriş; tercih edilen ürünler, tüketilen miktarlar, her bir banka işlemi; hesap hareketleri, ziyaret edilen web siteleri; ziyaret edilme sıklıkları, hangi içerikte ne kadar zaman harcadığı, trafik kayıtları, hastane kayıtları, kargo firmalarının kayıtları, güvenlik kameraları, kurumların giriş-çıkış kayıtları ve bu verilerin ayrıca demografik ve coğrafik nitelikleri vb. Büyük Veri fenomenini her an besleyerek büyüten örneklerden sadece bir kaçıdır. İnsanlık bu devasa veri yığınlarının oluşturduğu örüntülerden anlam çıkarmaya, insan davranışlarını ve eğilimlerini okumaya, yani kendi türünü daha derinden tanımaya ve evriminin gittiği yönü görebilmeye çalışmaktadır. The Human Face of Big Data'nın yazarlarının açıkladığı üzere, günümüzdeki ortalama bir insan tek bir gün içerisinde, 16. yüzyılda yaşamış bir insanın bütün yaşam sürecinde değerlendirebildiğinden daha fazla veriyi değerlendirmektedir (Smolan & Erwill, 2012). Dünya artık veri güdümlüdür. Nesnelerin interneti (*internet of things*) olgusunun yaşama nüfuz etmesi verinin öngörülebilir gelecekteki daha da artacak önemini garanti altına almaktadır (McKinsey Global Institute, 2011).

Endüstri 4.0'ın konsepti, bilişim ve iletişim teknolojilerinin üretime, hizmetlere, enerji kaynaklarının yönetimine ve lojistik zinciri gibi şirket prosedürlerine uygulanması yoluyla, mevcut endüstrinin 'İdraklanmış Fabrika' modeline dönüştürülmesi sürecidir. Bir İdraklanmış Fabrika, karmaşık durumlara rağmen gerçek zamanlı olarak toplanan verilere dayalı olarak, çok hızlı veya esnek yönetim ve karar verme süreçleri yaratma kabiliyeti sunmaktadır. Bu süreçlerin hem işte hem de evde sayısız bağlamlara uygulanması sayesinde, bir dizi paralel Dünya yaratılmaktadır ve bunlar göz ile görülmemektedir çünkü toplum üzerinde ve gündelik yaşamlarda önemli ve belirgin etkileri olan ilişki ve güçlerden oluşmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin insan ve makine arasındaki ilişkinin yeniden tanımlanmasında sahip olduğu etkiyi anlamak için analiz edilecek olan esas nokta birey ve veri arasındaki ilişkidir. Dolayısıyla, nesnelerin internetinin ortaya çıkması ile, verilerin hesaplan-

ması, depolanması ve alışverişi fonksiyonlarının neredeyse her türlü gündelik yaşam nesnesine dahil olacağı göz önüne alındığında, veri toplama ve kullanımının toplumda sahip olacağı önem anlaşılmaktadır (Mometti, 2017).



Görsel 26. Refik Anadol, Veri Heykelleri adını verdiği konseptin altındaki çalışmalarında, veriyi hammadde olarak kullanarak dinamik, değişken ve mimari ölçekte dijital enstalasyonlar tasarlamaktadır.

<http://refikanadol.com/>

Harari'nin, hammadde olan verinin insanın evrim rotasındaki muazzam etkisini radikal bir söylem ile açıklamaktadır. Bu açıklamada retrospektif bir sunum ile bir tarih örüntüsü göstermektedir (Bkz. Görsel 27).

Veri: Yeni Hammadde			
Tarih Dönemi	En Değerli Varlık	Neden Olduğu Ayrım	Neden Olduğu Sistem
17. Yüzyıl ve öncesi	Toprak	Aristokrat Sınıfı Avam Sınıfı	Feodalizm
18. - 20. Yüzyıl	Endüstriyel Makineler	Kapitalist Sınıf Proletarya Sınıfı	Kapitalizm Marksizm
21. Yüzyıl	Veri	İnsanlar bu sefer sınıflara değil türlere ayrılacaklar.	<i>Dataizm ?</i>
Kaynak: Yuval Noah Harari (2018)			

Görsel 27. Çağlara göre Dünya'yı yöneten değerli varlık, insanlık üzerinde neden olduğu ayrım ve açığa çıkardığı sosyal sistem.

Sanayi devrimlerinin öncesinde, Dünya'nın en değerli varlığı topraktı. İnsanlar iki sınıfa ayrılırdı; toprak sahibi olan aristokratlar ve onların yönetimindeki avam sınıfı. Bu Feodalizm sistemiydi ve Dünya'nı yönetiyordu. Sanayi devrimi ile Dünya'nın en değerli varlığı endüstriyel makineler oldu. İnsanlar yine iki sınıf ayrıldı; endüstriyel güç sahibi kapitalist sınıf ve onlar için çalışan proletarya sınıfı. Bu Kapitalizm sistemiydi ve Dünya'yı yönetiyordu. Fakat bu sefer kapitalist sınıfın yönetimi altında olan proletarya sınıfı baş kaldırdı ve Marksizm sistemini savunmaya başladı. Günümüzdeki Endüstri 4.0 çağında ise, Dünya'nın en değerli varlığı veridir. Bu yeni sistemin adı Dataizm midir? Şimdiden bir isim koyabilmek pek olası değildir. Ama, Harari'nin ifadesine göre bu sefer insanlar sınıflara değil farklı türlere ayrılacaktır. Çünkü veriye sahip olan kesim için, verinin yaşantısındaki etkisi evrimsel ölçekte olacaktır (Harari, 2016).

2.1.4. Süreç: Yeni Odak Noktası

Bilgisayımsal yaklaşım, yarım asırdır faydalanmaya çalıştığımız dijital gücün gerçek hacminin ve aslında nelere kadir olduğunun farkına varmaya başlamamızı sağlayan gelişmedir. Analog dönemlere ait akımların ve fikirlerin dijital araçların yardımıyla gerçekleştirilmesi olan bilgisayar destekli tasarım (CAD) günümüzde yaygın olan tasarım çözümü sürecidir ve eğitim kurumları dijital tasarım eğitimi müfredatını bunun üzerine yapılandırmaktadır. Bilgisayım kavramı ile fark edilmektedir ki, bu yaygın ve gelenekselleşmiş dijital tasarım anlayışı dijital gücün aslında çok kısıtlı kullanılıyor olması demektir. Bilgisayımsal tasarım, bilgisayar destekli tasarımın çok ötesinde olan bir yaklaşımdır. Bilgisayım, tasarımın bir süreç olduğunu hatırlatmakta ve bu gerçeği merkez almaktadır. ‘Süreç’ kavramının bu zamana kadar bildiğimiz ifadesinin ötesinde olan daha güçlü, derin ve felsefi anlamının ve ayrıca bilişsel ve algısal yönlerinin açığa çıkmasını sağlamaktadır (Arpak, 2012). Bilgisayımsal düşünmeye başladığımızda, süreç-odaklı olarak, ‘ne’yi düşündüğümüzden çok ‘nasıl’ düşündüğümüz önem kazanmaktadır.

Yaygın olan bilgisayar-destekli tasarım ile yeni olan bilgisayarımsal tasarımın temel ayrımı tasarım sürecine olan yaklaşım ile başlamaktadır. Bilgisayar-destekli yaklaşım bilgiyi sembolik temsillere dönüştürmede nesne-temelli yani sonuç-odaklı bir strateji izler. Bilgisayar-destekli süreçler belirli olan ile başlar ve nesne ile sonuçlanır. Zıttı olarak, bilgisayarımsal yaklaşım süreç-odaklı bir strateji izler. Bilgisayımsal süreçler temel nitelikler ve jeneratif kurallar ile başlar ve formu dinamik bir sistem olarak türeten bilgiyle sonuçlanır (Menges & Ahlquist, 2011). Bilgisayımsal tasarım, nesneden çok sürecinin tasarımına ve tasarım mantığının sistematik bir çerçevede tanımlanmasına öncelik verir. Bu da bazı tasarım eylemlerinin insan-tasarımcıdan bilgisayarımsal sisteme delege edilmesi ve böylelikle sistemin bir derecede otonomluk kazanması anlamına gelir. Ama bu, bilgisayarımsal sistemin tasarımcının tamamen yerine geçmesi demek değildir; aksine bu sistemin geliştiricisi tasarımcının kendisidir. Burada tasarımın “kodlanması”, yani tasarımcının tasarım mantığını bazı algoritmalar, kurallar, parametrik bağlantılar, matematiksel ilişkiler ve veri yapıları ile dışa vurması, böylelikle de bilgisayarımsal hale getirmesi gereklidir (Gürsel Dino, 2015).

Biçimin kendisi, geçtiğimiz on yılın tasarımlarının büyük bölümünde ikinci planda kalmış ya da hiç ele alınmamıştır. “Süreç” kavramının benimsenmesi sırasında geleneksel olmayan üretim ve yaratıcı öğrenme deneyimi potansiyelleri konusunda duyulan samimi heyecan esas itici güç olmuştur; biçim ise hoş bir yan etkidir. Bu deneysel aşamada alınan ve bilim ve teknolojiden ödünç alınıp benimsenen en önemli dersler, “araştırarak tasarım (*design by research*)” kavramlarıdır (Dritsas, 2012). Bilgisayımın tasarım sürecinde önemsemesi başka bir gerçeği hatırlatmaktadır; tasarım bir bilim dalıdır. Sürecin varlığı beraberinde o sürecin bilimini de var eder.

Kevin Kelly’in “süreç” kavramı üzerine olan yeni çağın algısı üzerine farklı bir yaklaşımı vardır. Değişimin daimî olması hali basitçe “her şey farklı olacak” anlamından daha da fazlasıdır. Bu, akışın lokomotifleri olan süreçlerin (*processes*) artık ürünlerden (*products*) daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Geçmiş 200 yıl-daki en büyük buluşumuz özel bir makine, alet veya aygıt icat etmiş olması değil, bilimsel sürecin kendisini icat etmiş olmamızdır. Bilimsel yöntemi icat edildiğinde, diğer türlü hiçbir zaman keşfetmemiş olabilecek binlerce şaşırtıcı şeyi de hemen icat edilmiştir. Bu sürekli değişim ve gelişimin metodolojik süreci, herhangi bir özel ürünü icat etmekten kıyas kabul etmeyecek kadar daha iyidir. Çünkü bu süreç, icat edildiğinden bu yana geçen yüzyıllar boyunca milyonlarca yeni ürünü üretmiştir. Devam eden sürecin doğru kalması sağlandığında, o da daimî faydalar üretmeye devam edecektir. Yeni çağda süreçler ürünleri gölgede bırakmaktadır. Süreçlere doğru olan bu geçiş aynı zamanda sonu gelmeyen değişimin insan yapımı her şeyin de kaderi olduğu anlamına gelmektedir. Sabit isimlerin Dünya’sından akışkan fiillerin Dünya’sına doğru geçilmektedir. İnsanlık, önündeki 30 yılda, bir otomobil veya bir ayakkabı gibi somut şeyler almaya ve bunların somut olmayan fiillere dönüştürmeye devam edecektir. Ürünler, hizmetler ve süreçler haline gelecektir. Yüksek dozda teknolojiye gömülü olan bir otomobil bir ulaşım hizmeti haline gelir, sürekli olarak güncellenen malzemeler dizisi hızlı bir şekilde, müşteri kullanımına, geri bildirimine, rekabete, yenilikçiliğe veya yıpranmaya uyarlanır. İster sürücüsüz ister sürücülü bir araç olsun, ulaşım hizmeti esneklik, kişiselleştirme, yükseltmeler, bağlantılar ve yeni faydalar ile paket halinde sunulur. Bir ayakkabı da artık bitirilmiş bir ürün değildir, ayaklarımızı devamlı yeniden tasavvur eder sonsuz bir süreç haline gelir. Belki de bunu kullan at kaplamalarla, yürüdükçe dönüşüm geçiren taban-

larla, değişen bağcıklaı veya ayakkabı gibi davranan zeminlerle sağlayacaktır. “Ayakkabılamak” bir isim değil bir hizmet haline gelir. Somut olmayan dijital alanda hiçbir şey statik veya sabit değildir. Her şey oluş halindedir (Kelly, 2016).

Süreç-odaklı tasarımın, tasarımcının hayal etme ve geręekleřtirme yetisini nasıl bir katkısı olduğuna değinmek önemlidir. En yalın ifadesi ile; hayal edilen bir sonucu değil hayal edilen bir süreci tasarlamak, hayallerin ötesinde sonuçlara ulaşmak demektir. Tasarımcının hayallerinin sınırlarını dizginleyen önemli bir etken de farkında olduğu yetkinliğidir. Başarabileceğine inandığı sınırlar içerisinde hayal eder. Tasarımcının bir sonucu hayal ederek tasarlaması alışılmış ve geleneksel olandır. Bilgisayımсал tasarımın yönetimi sonuç-odaklı değil süreç-odaklı olarak, hayalleri sınırsız kılar ve onları geręekleřtirmekte özgür olmayı sağlar. Bilgisayımсал tasarıma hükmetmek, sonucu değil süreci hayal ederek hayalin ötesinde sonuçlara ulaşabilmektedir. Bilgisayımсал tasarım, tasarımcıyı sonuç ürünle beraber sonuca giden süreci de yönetmesi gerektiği yeni bir pozisyonda konumlandırmıştır (Gönenę Sorguç, 2015). Dijital tasarımda süreç-odaklı yaklaşımın mimari alandaki temsilcilerinden olan Michael Hansmeyer, süreç-odaklı elde edilen sonuçların hiçbir gelişigüzellik olmamasına rağmen öngörülebilir olmadığını ve hayalin ötesinde olduğunu ifade etmektedir (Hansmeyer, 2012). Tasarımcı bilgisayarımсал tasarımın gücünü kullanmaya hâkim olabilmek için öncelikle düşünme ve hayal etme yöntemlerini süreç-odaklı olarak güncelleştirmelidir.

2.2. Dijital Tasarımın ve Dijital Sanatın Kesişimi

‘Sanat’ ve ‘Tasarım’ kavramlarının muhakkak ki ortak bir kesişim kümesi vardır. Bu nedenle, bir tasarım ürünü bazen bir sanat eseri olarak da görülebilir, ya da bir ürünün tasarım mı olduğu veya sanat eseri mi olduğu tartışılabilir. Sanat ve tasarım kavramlarının ortak kesişim alanını güzellik ve estetik nitelikleri oluşturmaktadır. Bu kavramları birbirinden ayıran en temel olgu ise işlev (*fonksiyon*) niteliğidir. Bir tasarım ürünü işlev sahibi olmalı ve kullanıcıya hizmet edebilmelidir. İşlevinden ödün vermeden aynı zamanda güzel ve estetik bir tasarıma sahipse, başarılı bir tasarım ürünü olduğu anlamına gelir. Sanat eseri ise sadece sanatçının mesajını iletmekle, dışavurumunu gerçekleştirmekle yükümlüdür, seyircisine işlevsel bir hizmet sunma sorumluluğu yoktur.

21. yüzyıl ile içerisinde yaşam inşa etmeye başladığımız dijital atmosfer; disiplinlerin ve mesleklerin sınırlarını şeffaflaştırdığı gibi, sanat ve tasarım arasındaki sınırı da değiştirmiş, ortak kesişim kümelerini genişletmiştir. Bunun arkasındaki etmenleri maddelemek gerekirse;

- dijital atmosferin ham maddesinin ‘veri’ olması,
- hizmetlerinin kullanıcılara sunduğu işlevin bilgi ve iletişim kulvarında olması,
- sanat eserlerinin artık izleyiciye zaman ve mekan boyutlarında uzanan, pasif değil aktif olan, yani işlevsel bir kullanıcı deneyimi yaşatması
- ve dijital atmosferin fenomenal kanunları olan hiper-gerçekçiliğin fiziksel atmosferin fiziki kanunlarına kıyasla süper-esnek olmasıdır.

Bu nedenle, ‘dijital sanat’ olarak açığa çıkan yeni alanın sanat eserleri; verigüdümlü, bilgisayarlısal, mekân-zamansal, etkileşimli ve kullanıcıyı çevreleyen (*immersive*) yapısıyla aynı zamanda bilgi, iletişim ve deneyim tasarımlarıdır. ‘Dijital Sanat’ kavramı bu tez kapsamında dijital atmosferin yaşantısına hizmet eden işlevsel bir tasarım unsuru olarak ele alınacak ve irdelenecektir.

2.2.1. Dijital Sanat Kavramının Doğuşu ve Tanımı

Teknolojik gelişmeleri takip eden sanatlar için kullanılan terminoloji her zaman son derece değişken olmuştur ve ‘dijital sanat’ olarak bilinen kavramın adı, ortaya çık-

tığı ilk günden bugüne kadar birkaç kez değişmiştir. Başlangıcı olan ve 1960'lardan 1990'lara süregelen ilk süreçte; bilgisayar sanatı, daha sonra da multimedya (*çoklu ortam*) sanatı ve siber sanat olarak bilinen ve dijital teknolojileri kullanan sanat türleri, 20. yüzyılın sonunda dijital sanat ya da yeni medya sanatı olarak anılmaya başladılar. O dönemlerde daha çok film/video, ses sanatları ve çeşitli melez sanat türleri için kullanılan "yeni medya sanatı" terimi 20. yüzyıl boyunca herhangi bir zamanda ortaya çıkan her türlü medya için de kullanılmaya başlandı. Aslında sorunlu bir niteleyici olan "yeni" sözcüğü her zaman bütünleşmeyi, eskimişliği ve tükenmişliği ima eder ve en iyi olasılıkla, en son ortaya çıkan teknolojilerle uyum sağlama konusunda açık bir kapı bırakır. "Yeni" medya kapsamında araştırılan bazı kavramlar neredeyse yüz yıl öncesine dayanır ve daha önceleri çeşitli geleneksel sanatlar bünyesinde ele alınmıştır. "Dijital sanat" ve "yeni medya sanatı" terimleri bazen birbirinin yerine geçecek şekilde kullanılmaktadır, ama yeni medya sanatı, genellikle ortaya çıktıkları, saklandıkları ve dağıtıldıkları süreçlerin herhangi bir noktasında dijital teknolojileri kullanan tüm sanatları içeren daha kapsamlı bir dijital sanatın alt kategorisi olarak kabul edilmiştir. Üretildikleri ve yayıldıkları dönemin bir noktasında dijital teknolojileri kullanan tüm sanat dallarını dijital sanat olarak tanımlamak son derece sorunsal bir yaklaşımdır çünkü bunun yapılması bu sanat şeklini tek bir biçime indirgemeyi neredeyse olanaksız kılar (Paul, 2016).

Daha geleneksel bir sanat eserinin üretilmesi için dijital teknolojilerin kullanıldığı sanatla - örneğin fotoğraf, baskı veya heykel - bu teknolojileri, katılımcı, etkileşimli ve jeneratif özellikler gibi dijital atmosferin fitri karakteristiklerinden faydalanan yazılım temelli yapısını yaratmak için kullanan ve doğuştan dijital olan sanatı birbirinden ayırmak gerekir.

Bu tezin kapsamında ele alınan dijital sanat ve tasarım kavramları diğer niteliklerinin yanı sıra bilgisayarlı; süreç-odaklı, etkileşimli, mekân-zamansal, dinamik ve gerçek zamanlı; katılımcı, işbirlikçi ve edimsel; modüler, değişken, jeneratif ve uyarlanabilir niteliktedir.

Doğuştan dijital olan ve dijital teknolojiler aracılığıyla yaratılan, saklanan ve dağıtılan sanat olarak tanımlanan dijital sanat yine de birleşik (tümleşik) bir kategori olmaya uzaktır ama çeşitli formlar (*şekiller*) alabilir; (*etkileşimli ve/veya ağ tabanlı*)

enstalasyonlar, fiziksel bir dışavurumu olmayan yazılım veya İnternet sanatı, akıllı telefonlar ya da küresel konumlama sisteminden (*GPS*) radyo frekansı ile tanımlamaya (*RFID*) kadar değişen mobil cihazlarla dağıtılan konum tabanlı medya sanatı, bu çeşitli formlara geniş yelpazede örneklerdir.

2.2.2. Dijital Tasarımın ve Dijital Sanatın Bilgisayımsal Estetiği

Dijital tasarımın ve dijital sanatın kendine has olan yeni bir estetik algısı açığa çıkmıştır. Bu yeni doğan ve toplum tarafından benimsenerek kültürel bir kazanıma dönen estetik algının oluşumunda bilgisayarın gücü vardır. Bu nedenle “dijital tasarım ve dijital sanatın bilgisayarlı estetiği” olarak ifade edebiliriz. Bu fenomenal olguyu kısaca açıklamak gerekirse; süreç-odaklı olan bilgisayarlı tasarım ve üretim teknikleri, insanın hayal sınırlarının çok ötesinde, karmaşık (*complex*) sonuçlar yaratmakta ve insanı daha önce hiç görülmemiş yeni bir görsel dil ile tanıştırmaktadır.

Bu yeni estetik, akademik literatürde çeşitli bakış açıları ve tanımlar ile ifade edilmiştir. Bu tanımların en önemlilerinden biri James Bridle'dan çıkmış olan “Yeni Estetik” (*New Aesthetic*) kavramıdır (Bridle, 2011). “Yaratıcı sınıflar” (*creative classes*) üyesi olan Londra'lı James Bridle, Gerçekten İlginç Grup (*Really Interesting Group*) adlı bloğunda 6 Mayıs 2011'de bir paylaşım yayınlamış ve fiziksel ve dijitalin üst üste binmesinden oluşan bir görüntüler koleksiyonunu tanımlamak için “Yeni Estetik” terimini ilk kez kullanmıştır.

Bu terim bir sonraki yılın Mart ayında düzenlenen bir SXSW panelinde daha da genişletilmiş ve Bridle'la birlikte Aaron Cope, Ben Terrett, Joanne McNeil ve Russell Davies bu yeni “teorik nesneyi” ayrıntılı hale getirmişler (Kohut, 2013):

Yeni Estetiğin özünü oluşturan temalardan biri de robotlar, dijital kameralar veya uydular şeklinde açığa çıkan teknolojiyle yaptığımız iş birliğidir. Bu iş birliği bilinçli veya bilinçsiz olabilir ve bu iş birliğinin kullanışlı bir görsel stenosu da kusurlu veya piksellerden oluşan, adeta “gerçek” ile “dijital”, fiziksel ile sanal, insan ile makine arasındaki bulanıklığı ortaya koyan görüntüler olmuştur. Bu “görünüşün” aslında, Yeni Estetiğin giderek artan bir şekilde yayıldığı bir Dünya'yı anlamayı ve deneyimlemeyi sağlayan bir metafor olduğu da bilinmelidir.

Teknolojik kısıtlılıklar dahi yeni estetiğin oluşmasını beslemiştir. Örnek olarak, siyah-beyaz renk paleti, yani siyah-beyaz fotoğraf veya film, ilk görüntüleme teknolojilerinin renkli değil siyah-beyaz olmasından ötürü doğmuştur. Sonrasında ise bir estetik tercihi olarak önemli bir yer edinmiştir. Bir ikinci örnek olarak, 'glitch' sanatı özünde teknolojik aksaklıkların sonucunda açığa çıkmış bir hatadır (Artut, 2014).

Yeni Estetik 'bir tavır, bir duygu (bakış açısı), bir hassasiyet' olarak tanımlanmıştır. Bu terim, geleneksel üretim dilleri yerine kendiliğinden üreten bilgisayarlı yapılarla bağlı olan görsel dillerin giderek artan biçimde yayılmasını tanımlama isteğiyle, kökleri dijital teknolojiye ve İnternet'e dayanan bu görsel fenomenin fiziksel Dünya'da giderek artan varlığını tanımlamak için kullanılmıştır. Bridle'ın Tumblr blog'u Yeni Estetik nesneleri sergilemek için kullanılmaktadır ama diğerleri bu fikrin teoriye dönüştürülmesine eklemeler yapmıştır.

Şurası açık ki neler olup bittiğinin farkına varan ilk kişi James Bridle değildir; Marshall McLuhan iletişim ve medya teorileriyle buna zemin hazırlamıştır, Lev Manovich'in Yeni Medyanın Dili (*The Language of New Media*) ve Yazılım Yönetimi Ele Alıyor (*Software Takes Command*) adlı kitapları yaşanan son değişiklikleri gayet iyi açıklamıştır ve David M. Berry'nin Yazılımın Felsefesi: Dijital Çağda Kod ve Dolayım ve Kritik Teori ve Dijital (*The Philosophy of Software: Code and Mediation in the Digital Age and Critical Theory and The Digital*) adlı çalışmasında ortaya attığı bilgisayarlılık nosyonu da dijital çağda yaşanan sosyal ve kültürel değişiklikleri tanımlamaya yönelik bir çabadır. Hepsi bilgisayarlı cihazların yaşamlarımızda üstlendikleri role gayet iyi kavranan ve paha biçilmez bakış açıları getirdiler, ama özellikle Bridle 'Yeni Estetik' terimini türettiği için ön plana çıkmıştır çünkü bu sosyal, kültürel ve politik düzeylerde yaşanan değişiklikleri açık bir şekilde ifade eden ilk terimdir (Contreras-Koterbay & Mirocha, 2016).



Görsel 28. Bridle'in blog'undan Yeni Estetik algısını yansıtan tasarım örnekleri.

<http://booktwo.org/notebook/sxaesthetic/>

İnsanlık tarihinin başlangıcından bu yana teknoloji estetik anlamdaki tüm değişikliklerin arkasındaki itici güç olmuştur. Doğal malzemelerden elde edilen boyalarla çizilen bir mağara duvarı resminin hem sanatsal bir başarı hem de Dünya'yı nasıl anladığımıza yönelik teknoloji güdümlü paradigmatik bir değişim olarak kabul edilmesi gerekir. Teknoloji daha önce de sanatı belirli formlara getirmiştir, örnek olarak, yanlarında taşıyabilecekleri ve açık havada resim yapmalarını sağlayan tüp içindeki boyalar olmasaydı empresyonistler o tabloları asla üretemezlerdi. Fakat günümüzdeki çağdaş Dünya'da teknoloji kendi kendine üreten ve yeten bir hayatiyet kazanmıştır; ressamlar ve programcılarının yanı sıra veri ve bu veriden elde edilen bilgiyle etkileşmemizi mümkün kılan araçları yaratan diğerlerinin kullandıkları yöntemler dijital sonrası (*post-dijital*) Dünya'da yaratıcının tam kontrolünden o denli bağımsız hale gelmiştir ki tamamen kendilerine ait bir otonomi ilan etmişlerdir. Bütün bunların sonuçları Yeni Estetik tanımının çatısının altında yer bulmuştur.

"Sonrası" (*post-*) nitelemesiyle tanımlanan durum yeni ve önemlidir: medya sonrası (*post-medya*) durum, medyanın artık orijinal olarak tanımlandığı formda var olmadığını ve yeni formlarının ortaya çıktığını ifade eder. Örnek vermek gerekirse: medyanın tanımladığı doğrusal görüntü olan video formu artık eskidir ve yerini doğrusal olmayan, etkileşimli görüntülere bırakmaktadır. Ancak bu niteleme olduk-

ça sorunsaldır çünkü kesinlikle İnternetin veya dijital dönemin sonrasında olmadığı halde zamansal bir durumu ifade eder. İnternet sanatı ve dijital sanat eski tablolar gibi demode olmadıkları gibi gelişmeye devam etmektedir.

İnsan dijital sonrası (*post-dijital*), İnternet sonrası (*post-internet*) ve Yeni Estetik kavramlarının sanat tarih açısından değerli olduklarına inansa da inanmasa da bunların sanat ağları üzerinden hızla yayılmaları, 21. yüzyıl başlarındaki bu belirli kültürel ve sanatsal uygulamayı tamamen içerecek terminolojilere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Post-dijital ve Yeni Estetik tanımları, dijital dönüşümün her gün karşılaştığımız nesneler, görüntüler ve yapılarla iç içe geçme durumunu ve kendimizi bunlara ilişkin olarak nasıl algıladığımızı yakalamaktadır (Paul, 2016).

Bilgisayımın, dijital sanatın kompozisyonu üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. Bilgisayımı, bir yöntem ve gerçekliğin mantık-matematiksel araçlar aracılığıyla örgütlenmesini, nicelleşmesini ve rasyonalizasyonunu sağlayan bir kuvvet olarak anlayabiliriz. Dijital sanat bilgisayarın üzerine temellenmiş ve onun gücü ile ilerlemektedir. Kavramsal geçmişleri ve uygulama bağlamlarını miras yoluyla devralırken, bilgisayarın sınırlarını ve potansiyellerini de paylaşmaktadır. Bu nedenle dijital sanattaki estetiğin temel düzeyde bilgisayarlı bir estetik olduğu görülmektedir (Fazi & Fuller, 2016).

Başka bir kaynağın ifadesine göre; dijital cihazların ve bunların ağ tabanlı altyapısının, sürekli bir şekilde topluma ve kültüre nüfuz etmesi, yeni ve belirgin bir görsel dile aşılanmış olan 'bilgisayarlı' estetiğin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Berry, 2012); bu dil mevcut metaforları (benzetmeleri) genellikle şaşırtıcı şekillerde kendine mal etmektedir ve ağ tabanlı görüntü Dünya'sının göstergebilimini 'deşifre etmemizi' sağlamak için bunun anlamlarını ve çıkarımlarını gerektiği gibi değerlendirebilmemizi mümkün kılacak yeni okuryazarlık türlerine sahip olmamızı gerektirmektedir (Sterling, 2012).

Estetik her şeyden önce karmaşık bir felsefi alandır ve dijital ortamın hibrid yapısı az çok birleşik bir estetik teorisi geliştirilmesini özellikle zorlaştırmaktadır. Dijital estetik üzerine yazdığı yazılarda Claudia Giannetti (2014), dijital bir estetiğin büyük ölçüde sürece dayalı, bağlamsal ve karşılıklı ilişki içinde olan modellere ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir. Dijital estetiği, sanat, bilim, teknoloji, sibernetik ve iletişim olgularına gömülü olması durumu altında analiz etmiştir. Katja Kwastek "Dijital Sa-

natta Etkileşimin Estetiği” (*Aesthetics of Interaction in Digital Art*, 2013) adlı kitabında süreç, oyun ve performansa dayalı estetik teorilerini gerçek mekân, veri mekânı, geçici yapılar ve maddesellik yorumlanabilirlik arasındaki ilişkiler çevresinde bir model geliştirmek için başlangıç noktası olarak ifade etmiştir (Paul, 2016).



Görsel 29. Michael Hansmeyer'in "Zauberflöte" (2018) adlı eseri, süreç-odaklı tasarım sayesinde hayal ile ulaşılabilecek olanın ötesinde bir karmaşıklığa (*complexity*) sahiptir ve bilgisayarlı estetiği yansıtmaktadır.

<http://www.michael-hansmeyer.com/zauberfloete>

1949'da Stuttgart Üniversitesinde öğretmenliğe başlayan ve göstergebilim ve somut şiir üzerine odaklanan "Stuttgart ekolünün" lideri olan filozof ve yazar Max Bense "Küçük Soyut Estetik" (*Small Abstract Aesthetics*) adlı bir kitap yayınlamıştır (Bense, 2016). Bense'in, bu alana az da olsa farklı bir yaklaşım getiren Abraham A. Moles'la birlikte bulduğu bir bilim dalı olan, bilim ve bilgi estetiğinin felsefesi alanındaki eseri, bilgisayarlı estetiğin ana hatlarını belirtmesi nedeniyle dijital sanat üzerinde etkili olmuştur. Bense, bilgisayarlı estetiğe, matematiksel olarak hesaplama olasılıkları gibi oldukça bilimsel bir açıdan yaklaşırken, teorileri de sanat formlarının estetiği hakkında, algoritma olarak kodlanan ve yazılan yeni düşünme şekilleri geliştirmiştir. Bense, sanat tarihindeki matematiksel prensiplere ilişkin araştırmalarında Amerikalı matematikçi George David Birkhoff'un araştırmalarını esas almıştır. Birkhoff, sanattan zevk almayı orantıların bilinçsiz hesaplanması

olarak ifade edilmesine yönelik ilk girişimde bulunmuş ve düzen ile karmaşıklık (*complexity*) arasındaki oran olarak tanımlanan Estetik Ölçü kavramını ortaya koymuştur. Bense de Birkhoff'un, karmaşıklığın karşılıklı etkileşim formülünü kullanarak, O'nunkine benzeyen bir estetik yargı modeli geliştirmiş ama buna matematikçi Claude Shannon'ın bilginin girdisi ve çıktısı nosyonunu da dahil etmiştir. Sonrasında, Philip Galanter, jeneratif sanattaki düzenle karmaşıklık arasındaki ilişkiye ilişkin irdelemesinde Bense'in jeneratif estetiğe yaptığı katkılarına atıfta bulunmuştur.

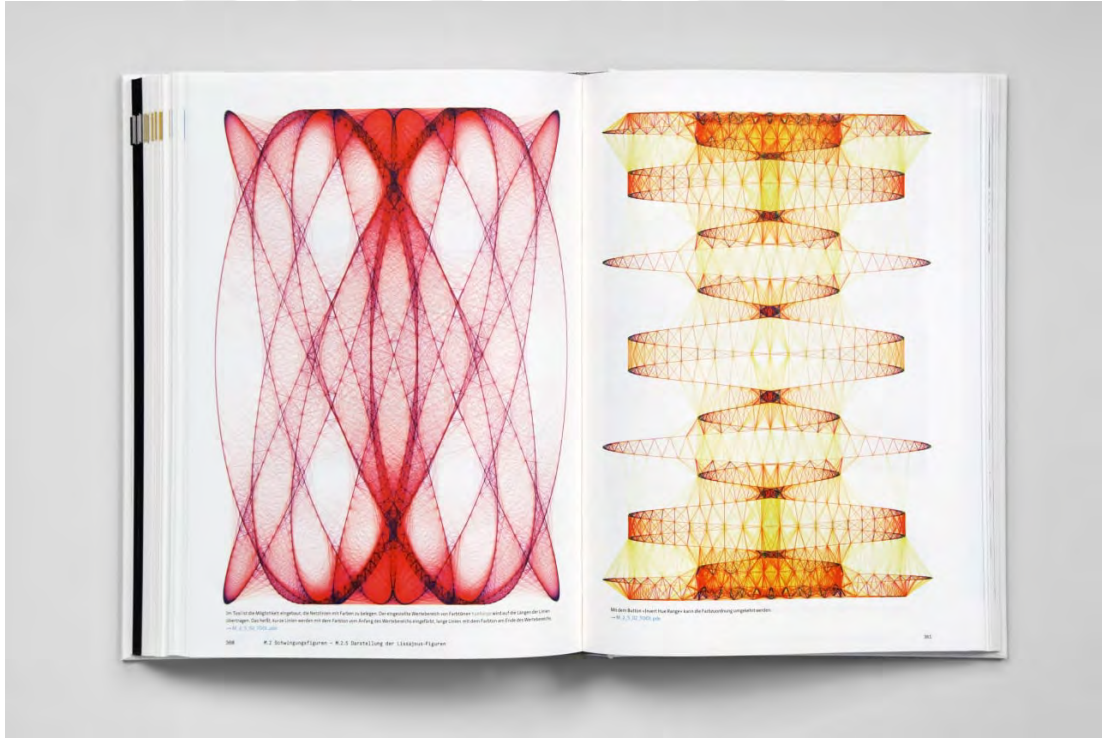


3. BÖLÜM: JENERATİF SANAT VE BİLGİSAYIMSAL YARATICILIK

Dijital sanat ve tasarımın süreç-odaklı olan bilgisayarimsal metodolojisi, yine süreç-odaklı olan ve tarihi sanatın doğuşuna kadar uzanan jeneratif sanat pratiğinin dijital atmosferde yeniden doğmasına yol açmıştır. Dijital jeneratif sanat, dijital sanatların bir türü olarak belirmiş ve onun bilgisayarimsal metodolojisini en etkili yansıtan pratik olarak da kendine önemli bir yer edinmiştir. Günümüzün dijital jeneratif sanatı, bilgisayarimsal yaratıcılık kavramının sınırlarını keşfeden ve gizil gücünü açığa çıkaran yegâne sanat pratiğidir.

Alet geliştirmek ve bunları kullanmak insanlığın tanımlayıcı bir özelliğidir ve tekerleğin keşfinden kişisel dijital yardımcılarının geliştirilmesine kadar teknoloji bizi sürekli olarak şekillendirmiştir. Son yıllarda toplumun bilgisayarlarla otomasyonu, bilgi işlemenin de otomasyonuna açılan bir kapı olmuştur. Makinelerin daha da otonom olması gerektiği düşüncesi yayılmakta ve bunun da çok derin yansımaları görülmektedir.

Jeneratif sanat; en yalın ifade ile, sanat yapmak için otonom bir sistemin kullanılmasını gerektirir. Jeneratif sanat üretimi kısmen veya tamamen otonom bir sisteme dayanır. Jeneratif sanatın günümüzün dijital atmosferinde ilişkide bulunduğu bilgisayarimsal yaratıcılık ise; yaratıcı görevleri yerine getiren bilgisayarimsal süreçlerin tasarımına odaklanan bilimsel bir disiplindir. Yapay zekâ makinelerin rasyonel sorunları çözmelerine olanak tanıyarak onları daha zeki hale getirmeyi amaçlarken, bilgisayarimsal yaratıcılık ise yaratıcı görevleri süreç-odaklı tasarım ile otomatik hale getirmeyi hedefler. Jeneratif sanat ve bilgisayarimsal yaratıcılığın ortak yönleri; her ikisinin de yaratıcı karar vermeyi ve yaratıcı görevleri otomatik hale getirmek için algoritmaları kullanmaları ve ister bilim adamı ister sanatçı olsun, kişinin makineye otonomluk vermesi ve kontrolün bir kısmından fedakârlık etmesidir.



Görsel 30. Generative Design (Generative Gestaltung, 2018) isimli kitap, bilgisayarlı yaratıcılık ile üretilmiş jeneratif tasarım ve sanat eserlerinin küratörlüğünü yaparak sunan değerli bir kaynaktır.

<http://www.generative-gestaltung.de>

3.1. Bilgisayımsal Yaratıcılık

Bilgisayımsal yaratıcılık hızla gelişen yeni bir akademik araştırma alanıdır ve yaratıcı süreçler üzerinde çalışmaya ve bunların bilgisayarlı simülasyonuna odaklıdır. Bu çabaya bazen meta-yaratım (*metacreation*) veya yapay yaratıcılık (*artificial creativity*) adı da verilir. Bilgisayımsal yaratıcılığın konusu yaratım süreci tasarımıdır. Bu yeni akademik alan yaratıcı süreçleri hem oldukları haliyle hem de nasıl olabileceklerini düşünerek araştırır. Yaratıcı süreçleri oldukları halleriyle araştırırken; "Yaratıcılığı anlayabilir miyiz?" "Anlarsak, modelleyebilir miyiz?" "Modelleyebilirsek, simülasyonlar oluşturabilir miyiz?" gibi soruların cevaplarına odaklanır. Yaratıcı süreçler üzerine yapılan bu araştırma, tüm bilişsel bilimleri ilgilendiren meşru bir bilimsel sorgulama alanıdır. Ayrıca, yaratıcı süreçlerin evrimsel doğada nasıl açığa çıktıklarını ve bu gözlemlenen süreçlerin bilgisayarlı metodolojiye nasıl uyarlanabileceğini araştıran bir akım da vardır ve bu tezin araştırma konusu bu akımın kulvarında ilerlemektedir.

Herbert Simon'ın 1960'da ifade ettiği üzere; "Yapay zekâ, insanlar tarafından çözümleri için zekâ gerektiren sorunları makinelerin çözmesini sağlama bilimidir". Örnek olarak, bilgisayarları satranç oynamaları için programlamak bir yapay zekâ uygulamasıdır. Yapay zekâ rasyonel sorun çözümünde ileri derecede başarılı olmuştur. Rasyonel sorunlar, belirlenmesi kolay olmakla birlikte çözümleri karmaşık olabilecek sorunlardır. Bunlar başarının, bazen de en ideal biçimde tanımlandığı sorunlardır. Günümüzde yapay zekâ (YZ) sistemleri her yerde görülmektedir. Amacın kesin olduğu ve başarı nosyonunun da amaçla ilişkili tüm kısıtlamaları takip ederek A noktasından B noktasına ulaşmak olduğu görevleri başarıyla yerine getirmeye başlamıştır. YZ sistemleri uçakları uçurur, arabaları kullanır, nükleer santralleri çalıştırır, elektronik devreleri tasarlar, hastalıkların tanılmasını otomatik hale getirir ve sağlık sektöründeki her türlü uygulamayı gerçekleştirmelerinin yanı sıra satranç ve Riziko (*Jeopardy!*) gibi oyunları da oynar. YZ'nin çözebildiği rasyonel sorunların listesi giderek uzamakta ve neredeyse sonsuz gibi görünmektedir. Peki, bir makine yaratıcı görevleri ne kadar iyi yerine getirebilir?

Yaratıcı görevler, en iyi sonucun ne olduğunun bilinmediği görevlerdir. Onları rasyonel sorunlardan ayıran şey de budur. En iyi beste veya bir müzik eserinin en iyi

icrası, en iyi koreografi, en iyi video oyunu, en iyi çizim, en iyi tablo, en iyi anlatı, en mükemmel şiir, en iyi espri, en iyi yemek tarifi vb. gibi şeyler yoktur.

Bilgisayımsal yaratıcılık YZ'dan kesinlikle farklıdır çünkü yaratıcı görevlere, yani en iyi olasılığın iyi tanımlanmadığı görevlere yöneliktir. Bu görevlerde kesin bir yanıt, doğru veya yanlış, gerçek veya yalan, apriori amacı, Pareto baskınlığı, amaç işlevi, kullanım işlevi veya tercih ilişkileri yoktur. Yaratıcı sistemleri, rasyonel sorunların çözümü, mühendisliği ve optimizasyonu noktasında doğru yönlendirmek için kullanılacak bilgiler henüz mevcut değildir. Yaratıcı görevleri bu şekilde tanımlarız. Bilgisayımsal yaratıcılık çoğunlukla bilgisayarlı modelleri veya bu süreçleri geliştirmek suretiyle yaratıcı süreçler üzerinde çalışır. Yaratıcılığı modellerken de bunu gerçek Dünya'da gözlemlendiği şekilde mi yapılacağını yoksa yaratıcı sürecin uygulanabilecek, test edilebilecek ve değerlendirilecek yeni bir modelinin mi önerileceği üzerinde durur. Alana bağlı olarak bu sistemler: yapay yaratıcı sistemler, meta yaratıcı sistemler veya meta yaratımlar olarak adlandırılır. Ancak temel fikir, yaratıcı davranışı üreten veya simüle eden bilgisayarlı sistemler geliştirmektir. Bilgisayırımsal yaratıcılık alanı bu sistemlerin değerlendirilmesini sağlayacak metodolojilere odaklanır ve bunların, özellikle insanların yaratıcılığıyla karşılaştırıldıklarında ne kadar iyi olduklarını değerlendirir. Böylece yaratıcılığı desteklemek için geliştirilen bilgisayarlı sistemler elde edilir. Bu sistemler; kullanıcının daha yaratıcı olmasını destekleyen zeki yardımcılarının geliştirilmesine yol açan kullanıcı arayüzleri, etkileşim tasarımları, karar desteğı ve veri modelleme tekniklerini olarak var olur.

Yaratıcı görevlerin bilgisayarlar aracılığıyla nasıl yerine getirileceğı üzerinde çalışmak anlamına gelen bilgisayarlı yaratıcılığın kökleri jeneratif sanata dayanırken, bilgisayarlı yaratıcılığın kapsamı jeneratif sanatın kapsamından daha geniştir çünkü yaratıcı görevlerin hepsi sanatsal değildir, aynı zamanda işlevsel de olan mimari tasarım veya endüstriyel tasarım gibi pratiklerdir. Ama daha önce de belirtildiğı üzere, açığa çıkan dijital atmosferin doğası sanat ve tasarımın ortak keşişim alanını işlevi de kapsayacak şekilde genişletmekte ve jeneratif sanat ve bilgisayarlı yaratıcılık kavramlarını ilişkisini kuvvetlendirmektedir.

3.2. Jeneratif Sanat

Jeneratif sanat; sanatçının kontrolünü, tamamlanmış bir sanat eserine katkıda bulunan veya bunun gerçekleşmesini sağlayan işlevsel otonomiye sahip bir sisteme bıraktığı her türlü sanat uygulaması anlamına gelir. Sistemler doğal dildeki yönergeleri, biyolojik veya kimyasal süreçleri, bilgisayar programlarını, makineleri, öz-örgütlemeli materyalleri, matematik işlemlerini ve diğer yöntemsel buluşları içerebilir. Sanatçının, bir dizi doğal dil kurallarını, algoritmali bir bilgisayar programını, sanat eserinin tamamlanmasına katkı sağlayan veya bunu sonuçlandıran belli bir düzeyde otonomiye sahip herhangi bir yöntemsel buluş gibi bir sistemi kullandığı her türlü sanat uygulaması olarak açıklanabilir. Bu Amerikalı bir jeneratif sanatçı olan Philip Galanter tarafından yapılan bir tanımdır (Galanter, 2008). Galanter'in de belirttiği gibi, bir sanatçı sanatını yapmak için otonom bir sisteme başvurduğu takdirde jeneratif sanattan söz edebiliriz. Galanter'a göre jeneratif sanat bir sanat hareketi, bir ideoloji, bir tür estetik ve hatta bir estetik teorisi bile değildir. Aksine jeneratif sanat, sanatın neden yapıldığı veya sanat eserinin içeriğiyle değil sanatın nasıl yapıldığıyla ilgilidir. Bir sanat eseri üretilmesiyle sonuçlanan belli derecede bir otonomiye sahip süreçleri içeren her türlü sanat uygulaması, jeneratif sanat olarak kabul edilebilir.

Gerçek şu ki jeneratif sanat bilgisayar kullanımını gerektirmez. Sanat üretmek için kullanılan sistem kavramsal olabilir ve somutlaşması için gerçek bir makinenin kullanılmasına gerek yoktur. Phillip Galanter ayrıca jeneratif sanatın, sanatın kendisi kadar eskiye dayandığını ve yeni dijital ve hatta elektronik teknolojilere bağlı olmadığını da söylemektedir. Bilinen en eski kültürler görsel süslemeler elde etmek için görsel simetri, kalıplar ve tekrarlamalar gibi sistemleri kullanmıştır. Bu sistemlerin kullanılması da görsel sanatın kendisi kadar eskiye dayanır.

Jeneratif sanatçılar, çalışmalarını ve yaklaşımlarını ifade ettiklerinde, ortak bir tanım kümesi oluşmaktadır. Bunun örnekleri arasında şu tanımlar bulunur (Galanter, 2016):

- Jeneratif sanat, randomizasyonu (rasgeleleştirme) kullanan sanattır.
- Jeneratif sanat formu evrimleştirmek için kalıtsal sistemleri kullanan sanattır.

- Jeneratif sanat zaman içinde sürekli değişen sanattır.
- Jeneratif sanat bir bilgisayarda bir kodu çalıştırarak yaratılır.
- Jeneratif sanat bilgisayar sanatının alt kümesi değildir.

Sanayi Devrimi sırasında buhar motoru gözde bir teknoloji olmuş ve popüler kültür bunu her amaç için bir metafor olarak kullanmıştır. 20. Yüzyılın ortalarında atom enerjisi gündeme gelmiş ve atomsal olan her şey aynı kültürel rolü üstlenmiştir. Çağdaş kültürde ise bilgisayarlar ve ağlar, halkın paradigmatik hayal gücünü yaka-layan en gözde teknolojiler olmuştur. Bu nedenle "jeneratif sanat özünde bir tür bilgisayar sanatıdır" yanılgısı ve neden olduğu kavram kargaşası şaşırtıcı değildir. Jeneratif sanatın "süreçsel buluş" olma özelliği bir kimyasal reaksiyonu, canlı or-ganizmaların kullanılmasını, yoğunlaşma ve kristalleşme süreçlerini, eriyen mad-deleri, öz-örgütlenmeyi, öz-toplanmayı ve bazıları henüz keşfedilmemiş olan diğer fizik süreçlerini içerebilir. Burada jeneratif sanatın tarihinden bir vurgulama yapmak yerinde olur: bu Jacquard makinesinin keşfidir. Bunun öncesinde tekstil makineleri dokumacıların desenli kumaşların jeneratif üretiminde yinelemeli işlemler yapma-larını zaten mümkün kılmıştır. Sanayi Devrimiyle birlikte bu sistemlerin bazıları oto-masyona geçmiştir. Jacquard'ın 1805 yılında yaptığı, delikli kartlara depolanan bir programı devreye sokan keşif jeneratif dokuma sanatında bir devrime yol açmıştır. Jacquard'ın birincil amaçlarından biri, daha karmaşık desenlerin otomasyona geçi-rilmesini sağlamak olmuştur. Daha sonra Charles Babbage ve Charles Hollerith, Jacquard'ın delikli kartlarla yapılan programlama yöntemini, bilgisayarı keşfetmek için uyarlamışlardır. Bilgisayarlar jeneratif sanat için zemin hazırlamamış; jeneratif sanat bilgisayarların bulunmasına zemin hazırlamıştır.

Bir sanatçının görüşünün bir sistem olarak kodlanması tabii ki jeneratif sanat açıs-ından geçerli bir yaklaşımdır ama geçerli olan tek yaklaşım bu değildir. Örneğin bazı durumlarda jeneratif sanatçı, sonucun ne olması gerektiği hakkında herhangi bir öngöründe bulunmaksızın bir sistem yaratır. Sanatçı daha sonra bu sistemi yeni bir alanmış gibi araştırır ve hazine avına benzeyen bu araştırma sürecinde keşif-lerde bulunur.

Mimar Celestino Soddu 1998'de Uluslararası Jeneratif Sanat Konferansını düzen-leyerek, "jeneratif sanat" teriminin daha yaygın şekilde kullanılmasına yardımcı olmuştur. Konferans jeneratif sanatla ilgili tüm görüşlerin belirtilmesine davetiye

ıkarırken Soddu'nun yaptığı tanım, sanatçının/programcının estetiğini yakalayan kalıtsal bir yaklaşıma daha sıcak bakmaktadır:

Jeneratif sanat bir yandan öngörölemeyen ve şaşırtıcı olan, diğeryandan da bir fikrin kimliğini ve tanınabilirliğini yansıtan ve o fikrin doğal temsili olan olayların gerçekleşmesine neden olan evrimsel kurallar oluşturarak olası Dünya'lar inşa etmektedir.

Soddu'nun, jeneratif sanat için olan 'evrimsel kurallar oluşturarak olası Dünya'lar inşa etmek' yaklaşımı, bu tezin araştırma konusunu desteklemektedir. Ayrıca sanat ve tasarım kavramlarının ortak kesişim alanının işlevi kapsayacak doğrultuda genişlediğı görüşüne de katkı sunmaktadır (Soddu, 2002).

3.2.1. Jeneratif Sanatın ve Otonom Sistemlerin Tarihsel Gelişimi

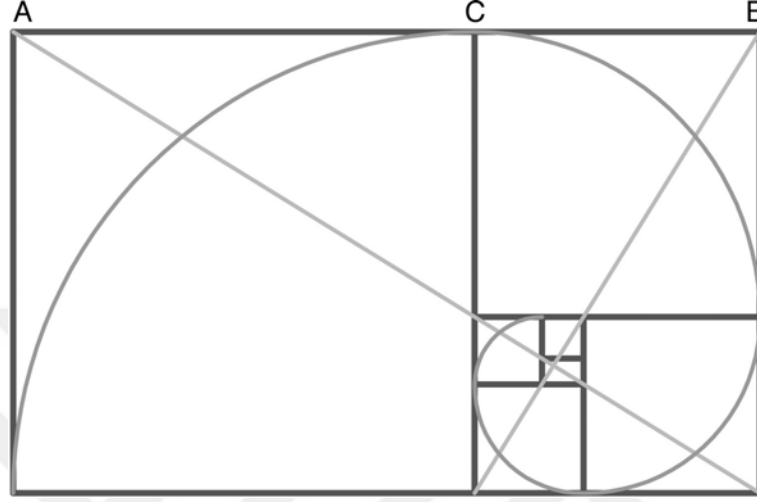
Sanat tarihi sanatçıyla kullandığı teknolojik araçlar arasındaki ilişkiyle yakından bağlantılıdır. Bu bir birlikte evrimleşmedir. Jeneratif sanatın tarihi de bundan farklı değildir. Jeneratif sanat, üretiminde kullanılan bir algoritma gibi bir anlamda otonom olan bir süreç sonucunda üretilen sanattır. Jeneratif sanat bir kurallar sistemine uygun olarak üretilen ilk soyut geometrik şekiller kadar eskidir. Ne kadar basit olurlarsa olsunlar tekrarlanabilir eylemler sıralamasına göre yapılır.

Zamanda geriye gidersek, minimal düzeydeki hayatta kalma ihtiyaçlarının ötesine geçen insan yapımı eşyaların bulunduğu her yerde, sanatın yaratılmasında kullanılan simetri ve desen örneklerini görürüz. Hatta "ilkel" olarak nitelendirilen insanlar arasında bile geometrik desenlerin tekstil ürünlerinde kullanıldığına ilişkin örneklere rastlanılmaktadır, bunlar bir noktanın etrafındaki simetrik tasarımlar, yinelenen bordür tasarımları ve benzerleri gibi örneklerdir (Hargittai & Hargittai, 1994). Örnek olarak bir üçgen veya karenin çizilmesini ve bunun, bir kalıp (desen) oluşturmak için tekrarlandığını düşünebiliriz. Daha genel anlamda ifade etmek gerekirse bir kültürde sanatsal bir uygulamanın gelişimi, hayatlarımızın kalanı gibi, ulaşılabildiğimiz teknolojiye ve kullanabileceğimiz araçlara bağlıdır. Bir sanatçının yaşadığı zaman diliminde mevcut olan teknoloji ve araçların olanak verdiği kadarını ifade edebildiğı ve somutlaştırabildiğı gereğı de bu bağımlılığı açıkça göstermektedir. Kiş i ancak yaşadığı zamanda mevcut olan araçların olanak tanıdığı şeyleri

yapabilir. Araçlar derken hem üretilen somut araçlar hem de soyut veya düşünsel araçlar kastedilmektedir. Somut, maddesel, üretilen araçlardan söz ederken de resim yapmayı (boyamayı) mümkün kılan pigmentler gibi tüm medya ve kaynaklar ifade edilmektedir. Bu araçlar, her türlü sanatsal uygulamayı mümkün kılan uzmanlık ve yetenekle birlikte kullanılır. Soyut veya kavramsal araçlar ise felsefe, dil bilim veya matematik alanlarında soyut bilgi sahibi olunması gerektirir. Kavramsal araçlar gerçekten önemlidir çünkü tıpkı basit geometrik şekiller örneğinde olduğu gibi tekrarlanabilir eylemler sıralamasının uygulanması yoluyla algoritma oluşturmayı ve jeneratiflik kavramını bunlar mümkün kılar. Bu araçlar hangi sanatı yapmanın mümkün olduğunu gösterir ve kısıtlar. Her ne kadar sanatın geçmişinin 500.000 ile 50.000 yıl öncesine dayandığı konusundaki tartışma halen devam etse de sanatın zihinsel kapasitelerin gelişimine paralel olarak geliştiği kuşkusuzdur. Özellikle de üretilen araçların gelişmesine paraleldir.

Kavramsal bilgi düzeyinde ise dilsel araçlar, daha iyi yapılandırılmış doğal dillerle birlikte ortaya çıktılar. Dil köken olarak işlevsel olsa bile dille birlikte estetik bir boyut da ortaya çıkmaya başlar. Matematikteki kavramsal gelişmeler de önemlidir. Mantıkta ise şekilsel sistemler yapısal olarak aksiyomatik ve dolayısıyla da jeneratiftir. Algoritmalar geometri bilgisiyle birlikte gelişmiştir. Jeneratif sanatın tarihteki en dikkate değer örnekleri ve hatta şaheserleri İslam Dünya'sında görülür. İslam Dünya'sının matematik alanındaki yeniliklerin önemli beşiklerinden biri olması ve "algoritma" kelimesinin kökünün Arapçadan gelmesi rastlantı değildir. Algoritma kelimesi 9. yüzyılda yaşayan İranlı matematikçi Harizmi tarafından ortaya atılmıştır. Ancak fikir onun döneminden de eskiye dayanır. Figüratif olmayan klasik bir simgesel bezeme türü ise İslami süsleme sanatıyla doruğa çıkan geometrik örüntüdür. Jeneratif algoritmaya dayanan bu örüntüleme MÖ 5. yüzyıldan bugüne gelene kadar basitten karmaşığa evrilmiştir. Bu karmaşık görsel yapılar, daireler ve çokgenler gibi basit şekillerden üretilmişlerdir. Geometrik desenler; mozaikler, tekrarlama ve döndürme aracılığıyla girift kombinasyonlar oluşturacak şekilde birleştirilmiş, çoğaltılmış, birbirine geçirilmiş ve düzenlenmiştir. Philip Galanter'e göre yer mozaiklerin sanatsal kullanımı, bir yüzeyi süslemek için soyut sistemlerin uygulanmasından başka bir şey değildir. Başlangıcından bu yana matematik hakkındaki bilimiz sanata ve topluma rehberlik etmiştir. Rasyonelliğin epistemik kökü olan oran nosyonu toplumun hiçbir zaman sona ermeyen rasyonelleşmesinin de kay-

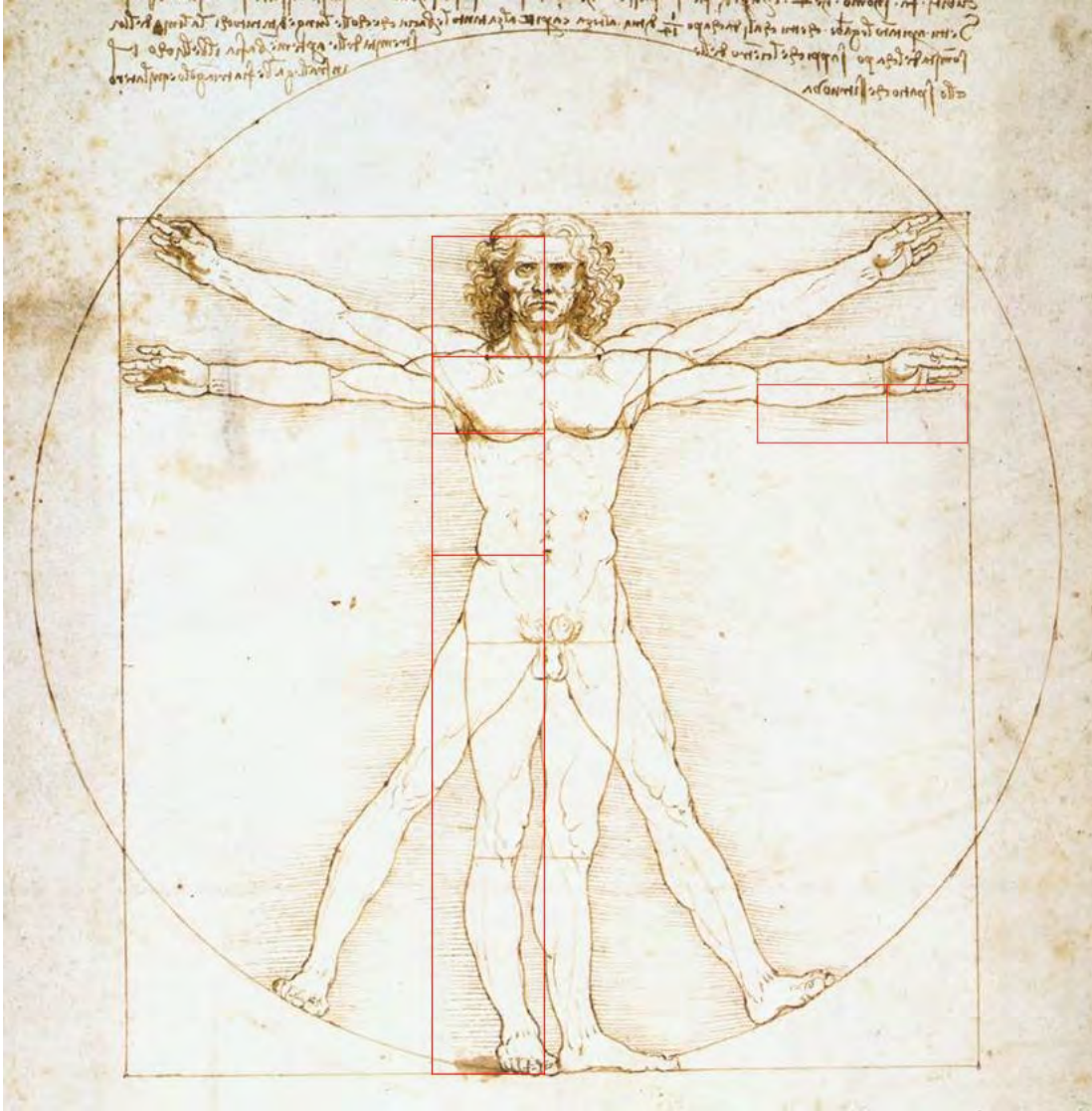
nağıdır. Oranlar ve matematik bu konuda bilgi sahibi olduğumuz günden bu yana genel olarak betimleyici, kuralcı ve jeneratif şekillerde kullanılmıştır. Antik çağlardan beri altın oran göze en hoş gelen oran olarak kabul edilmiştir. Altın oran yaklaşık olarak 1,618'dir. Bu aynı zamanda altın kesit, altın sayı veya altın orantı olarak da bilinir.



Görsel 31. Altın Oran'ın görsel ifadesi ve formüle edilmesi:
 $|AC| / |CB| = |AB| / |AC| = 1,618$

Tüm boyutlardaki her türlü orantı için, çizgiler, dikdörtgenler ve hacimler için kullanılmaktadır. Mısırlılar bunu piramitlerin inşasında kullanmışlardır. Daha sonra da Yunanlılar tarafından adlandırılmış ve yoğun biçimde kullanılmıştır. Rönesans sırasında oranlar ve orantılar her zamankinden daha fazla kullanılır olmuştur. 1492'de Leonardo Da Vinci Vitruvius Adamında insan vücudundaki oranları yakalamaya çalışmıştır. Bu çizim birinci yüzyılda yaşayan Vitruvius adlı mimar tarafından tanımlanan ideal insan vücudu orantıları üzerine yapılan bir çalışmadır. Lucia Pacioli'nin 1509'da yayınlanan ve Da Vinci tarafından resimlendirilen İlahi Oran adlı kitabı sadece matematiksel orantılar üzerinedir. Kitabın adı altın orana ve bunun geometri, görsel sanatlar ve mimarideki uygulamalarına atıfta bulunmaktadır. Bu gelenek Le Corbusier gibi mimarlar veya Salvador Dali gibi ressamlar aracılığıyla modern zamanlarda da devam etmiştir. Altın oranın ilahi yönü tarih boyunca sanat ve tasarım açısından çok önemsenmiştir. Leonardo ve çağdaşları için insanlık ve insan vücudu yaratıcının çok üstün yaratış gücünün göstergeleridir. Kozmosun kendini ifade etmesidir. İnsan vücudunun mükemmel geometrik oranlara sahip olduğu ve mimarlıktaki orantılar için bir model görevi gördüğü düşünülmektedir. Ama Leo-

nardo uyumlu orantıların ve oranların vücudu tanımlamanın veya mimari orantılar oluşturmanın da ötesine uygulanmaları gerektiğine inanmıştır. Orantıların sadece sayılarda ve ölçümlerde değil seslerde, manzaralarda, zamanlarda ve mekanlarda da bulunduğunu yazmıştır. Ona göre bilim ve sanat aynıdır. Üstlendiği görevi Dünya'yı yöneten mükemmel geometrik orantıları ortaya koymaktır. Rönesans sırasında perspektif keşfedilmiştir.



Görsel 32. Da Vinci'nin Vitruvius Adamı (1492) çizimi altın orantıya sadık kalınarak tasarlanmıştır.
<https://www.goldennumber.net/leonardo-da-vinci-golden-ratio-art/>

Perspektiften söz edildiğinde üç boyutlu şekillerin iki boyutlu bir yüzeyde sunulması süreci kastedilmektedir. Mekânın geometrik modifikasyonu Leon Batista Alberti ve Da Vinci gibi insanlar sayesinde ilerlemiştir. Giderek daha fazla makine hayal edilmiş, tasarlanmış, yaratılmış ve keşfedilmiştir. Bu kavramsal gelişmeler önemli-

dir. Bu arada üretilen araçlar açısından bakıldığında enerji kaynaklarının gelişmesiyle birlikte fiziksel somutluk düzeyinde bazı süreçler otomatik hale getirilmeye başlanmış ve daha da fazla otonom makineni üretilmesine yol açmıştır.

Çok önceleri sudan hidrolik enerji elde edilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, hidrolik org veya hidrolik ilk olarak MÖ 3. yüzyılda antik Yunanistan'da düşünülmüştü. Artık hava üflemek için insan gerekmiyordu ve sesleri etkinleştirmek ve üretmek için suyun gücü kullanılıyordu. Yer çekimi kanununa karşı koyan çeşmeler artık yeni bir akım halini aldı. Bu da otomata (kendi kendine hareket eden şey) kavramının ortaya çıkışıdır. 14. yüzyılda fizik biliminin gelişmesiyle birlikte hidrolik enerjiye mekanik enerji ve buharla çalıştırılan sistemler eklendi. Otomata giderek daha da yaygın hale geldi. Mobilyalardan ve müzik enstrümanlarından androidlere ve Jacques de Vaucanson'un flütçü, davulcu ve ördek eserleri gibi hayvansal otomatalara kadar uzanan çok çeşitli sayıda otomata üretildi. Otomataların çoğu oyuncak olarak görüldü ve hükümdarların konuklarını eğlendirmek için kullanıldı. 18. yüzyılda görülen şaşkınlık verici otomatalardan biri de İsviçreli saat imalatçısı Pierre Jacquer-Droz'un Yazıcı (*The Writer*) adlı eseridir. Küçük bir erkek çocuk olan yazıcı bir mektup yazar ve 6.000'den fazla parçadan oluşmaktadır. Amaç akıllı mekanize etmek ve sabrı otomatikleştirmektir. Otomata sıklıkla yapay zekanın tarih öncesi şekli olarak sunulmaktadır ve zekâ gerektiren davranışlarda bulunan makine elde etme fikri çok uzun zamandan beri mevcuttur. Bu otomatalar aslında robotların öncüleridir. Bütün bu keşifler jeneratif sanat örnekleridir. Fransız filozof Rene Descartes 1640'lı yıllarda Dünya'nın hareketli parçalardan oluşan bir makine olduğunu ileri sürmüştür. Dünyanın işleyişini, bizim saati anladığımız şekilde anlayanın mümkün olabileceği düşüncesi ortaya çıkmaktadır.



Görsel 33. Pierre Jacquer-Droz'un Yazıcı (*The Writer*, 1770'ler) adlı otomata tasarımı.
<https://www.timeandwatches.com/p/our-visit-to-ateliers-jaquet-droz.html>

1999 - 2000 yılları arasında, Cape Town'daki Güney Afrika Müzesinden arkeolog Christopher Henshilwood başkanlığındaki bir ekip, o güne kadar bulunmuş en eski sanat eserlerini ortaya çıkarmıştır (Balter, 2002). 70.000 yıldan daha eski bir geçmişe dayanan bu el büyüklüğündeki aşıboyalı aşınmış parçalar, üçgen fayanslarla yapılmış bir örgü (grid) tasarımı sonucu üretilmiştir. Sanat eserinin temelini oluşturan bu örgü yapısı, nesillerce süregelmış İslam sanatçılarından, 20. yüzyıldaki grafik sanatçısı M. C. Escher'in çalışmalarına kadar açıkça gözlemlenmektedir.

3.3. Yaratıcılığın Bileşenleri

Aristo'dan bu yana yaratıcılık zekayla ilişkilendirilmiş ve zekanın üç önemli bileşeninden biri olarak kabul edilmiştir. Bunlar sırasıyla analitik, pratik ve yaratıcı (sentetik) zekalardır.

Analitik zekâ analiz etme, eleştirme, yargılama, karşılaştırma, değerlendirme ve değer biçme becerilerini içerir. Pratik zekanın kapsamında bilgiye başvurma, bilgiyi kullanma, pratiğe dönüştürme, uygulama veya çalıştırma becerileri bulunur. Yaratıcı zekâ ise insanın hayal edebileceği, yaratabileceği, icat edebileceği, keşfedebi-

leceği veya öngörebileceği şeylerle ilgilidir. Yaratıcılık ve jeneratiflik (üretkenlik) bu nedenle doğaları gereği zekanın jeneratif boyutuyla ilişkilidir. Zekanın kendisi gibi birçok karmaşık fenomende olduğu gibi, yaratıcılığın da genel kabul görmüş bir tanımı yoktur.



Görsel 34. “Yaratıcılık” kavramının farklı kaynaklara göre tanımları.

<https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity>

Bu tanımlardaki ortak unsur yeni bir şey oluşturmak veya bireyin kendi benzersizliğini alışılmamış bir şekilde ortaya koymakla ilgilidir. Bu sorun çözmek ve yenilikle ilgilidir. Tanımlardaki yinelenen temalarsa süreç, orijinallik, yenilik ve çözümler olarak görülmektedir. Yaratıcılığın tanımı, kabul gören tanımların hemen hepsinde görülen dört niteliğe ayrıştırılabilir. Öncelikle yaratıcılığın nitelikleri arasında her zaman yaratıcı bir şekilde düşünmek veya davranmak, yani sentetik zekayı kullanmak ve jeneratif olmak bulunur. İşin içinde her zaman jeneratif bir bileşen vardır. İkinci olarak yaratıcı faaliyet bir amaca yöneliktir, yani bir amaca ulaşmayı hedefler. Üçüncüsü bu süreçlerin orijinal, yeni bir şey ortaya çıkarması gerekliliğidir. Dördüncüsü ise elde edilen sonucun amaca uygun bir değeri olması gerekir.

Yaratıcılığın daha genel ve daha çok kabul gören tanımı ise İngiliz filozof Margaret Boden tarafından yapılmıştır: Yaratıcılık, orijinal ve değerli olan fikirler veya eşyalar bulmaktır (Boden, 2009). Yaratıcılık sihir değildir. O çok az sayıda seçkin kişiye bahsedilen özel bir ayrıcalık değil, sadece normal insan zekasının bir yönü-

dür. Üç şekli vardır: bileşimsel, keşfedici ve dönüşümsel yaratıcılıktır. Her üçü de bazı durumlarda etkileyici sonuçlar verecek şekilde, YZ tarafından modellenenebilir. YZ teknikleri bilgisayar sanatının çeşitli türlerinin temelinde yatar. Bilgisayarların "gerçekten" yaratıcı olup olamayacakları bilimsel değil felsefi bir sorudur ve bu sorunun açık ve net bir cevabı yoktur. Ancak yaratıcılığı bilimsel olarak anlamının eşiğinde olduğumuz da görülmektedir.

3.4. Sistem Teorisi

İnsanlık, 20. yüzyılın son yarısına iki yeni algı sıçramasını yaşayarak girmiştir. Bu algılar Genel Sistem Teorisi ve Modern İletişim Teorisi'dir. Bu iki teori birbirine yakından bağlıdır. Bilgi, bu teorilerinin açıkladığı mekanizmaların ham maddesidir ve bu iki teoriyi birbirine bağlayan ortak unsurdur. Dönemin teknolojik buluşu olan bilgisayarlar, zihinlerin bu yeni algıları benimseyebilmesi için gereken uygun zemin hazırlamıştır. Bilgisayarlar ile insanın gündeminde yeniden anlam kazanan bilgisini bir ham madde ve bir kaynak olarak algılanması, Bilgi Çağı'nı da başlatan olgudur ve bu teorilerin farklı bilimsel disiplinlerin teorik ve pratik alanlarına nüfuz etmesinde köprü görevi görmüştür. Bu iki teori, birçok bilim dalından beslenerek var olduğu gibi, birçok bilim dalının teorik ve pratik alanını da yeniden şekillendirmiştir.

Tasarım disiplinlerinin penceresinden baktığımızda, özellikle çağın metodolojisi olan bilgisayarlı tasarımın süreç-odaklı yaklaşımı göz önünde bulundurulduğunda, sistem teorisinin teorik ve pratik katkısı tartışılmaz önemdedir. Özellikle doğada gözlemlenen işlevsel sistemlerin girdi (*input*), çıktı (*output*) ve geribildirim (*feedback*) mekanizmasından oluşan dinamik yapıları, bilgisayarlı tasarımın etkileşimli, jeneratif ve parametrik yapısına çok değerli teorik ve pratik bir model oluşturmaktadır.

Teorileri kavramak ve tasarım düşüncesini ne şekilde dönüştürdüğünü anlamak için öncelikle tarihsel gelişimlerini incelemek gerekir. Aristo Bütünlüğü (Holizm) tanımlarken sistemleri, parçalarının toplamından daha fazlası olan bütünler olarak anlamının ilk adımını atmıştır. Yine de parçaları ayrı ayrı anlamaya da çalışmıştır. Dekart bu düşünceye süreçlerin basit nedenselliklerle anlaşılması nosyonunu eklemiş ve bunu yaparken birbirleriyle etkileşen en fazla iki unsurun arasındaki ilişki-

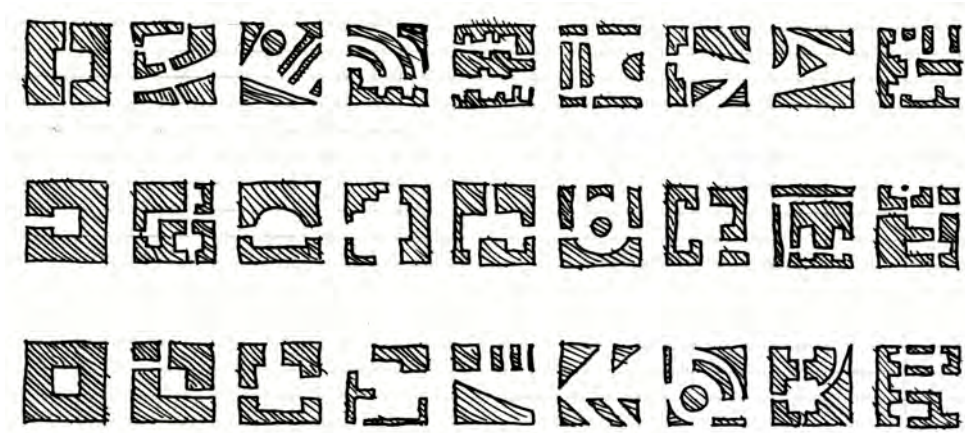
den yola çıkmıştır. 20. yüzyılın ortalarında Ludwig von Bertalanffy, evrimleşmesi uzun sürmüş işlevsel sistemlerin 'bütünlüğü' düşüncesine karşılık olarak bir genel sistem teorisi ortaya koymuştur (Menges & Ahlquist, 2011). Teorisi, klasik fiziğe ve tümdengelim yöntemlerine yönelik temel bir değerlendirmeye dayanmakta ve bütünden soyutlanmış fenomenlere odaklanmaktadır. Bertalanffy, önceki yöntemlerin biyolojiye uygun olmadıklarını düşünmüş ve bu düşüncesini de doğada hiçbir şeyin tek başına ya da basit bağımlılıklar kapsamında var olmadığı, aksine etkileşimlerin ve karşılıklılıkların karmaşık (*complex*) sistemleri olarak görülmeleri gerektiği savına dayandırmıştır. Basit ve doğrusal nedensel ilişkilerin ötesinde Bertalanffy, doğrusal olmayan nedenselliklere dayanan sistemleri tanımlamak için bir kavram ve matematiksel süreçler önermiştir. Bunların arasında geribildirim (*feedback*) olarak bilinen nedensel döngüler, yani karşılıklı dengelileşme (*stability*) sonuçları içeren süreçler bulunur. Bu durumda etkiler kendilerini oluşturan nedenlere tepki gösterir ve böylece Bertalanffy'nin "açık sistem" olarak tanımladığı ve organizmayla çevre arasındaki değiş tokuşun temel süreçlerinden olan olgunun kavramsallaştırılması olasılığını mümkün kılar. Bu model, bütün bireysel unsurların tamamını ve aralarındaki yakın etkileşimleri anlamak suretiyle küresel davranışı meydana çıkarmayı sağlayacak kapsamdadır. Açık sistem, çevresiyle arasında madde değişimi yapan, içe almayı ve dışa aktarmayı sunan ve kendi temel bileşenlerini oluşturan ve ayırıştıran bir sistem olarak tanımlanmıştır (Bertalanffy, 1969).

Bertalanffy, 'Genel Sistem Teorisinin Ana Hatları' (1950) başlıklı makalesini temel alarak yazdığı 'Genel Sistem Teorisi: Temeller, Gelişim, Uygulamalar' (1969) adlı kitabında, dinamik sistemlerin çalışmasından açığa çıkan sonuçların ve anlamlarının evrensel tanımını yapmıştır. Bilimin birçok alanındaki çok sayıda çalışmadan alıntılar yapan Bertalanffy özellikle tüm senaryolar için geçerli olan iki kritik durumdan söz eder: eşsonluluk (*equifinality*) ve geribildirim (*feedback*). Eşsonluluk durumu; bir sistemin işlevsel haline, çeşitli farklı başlangıç durumlarından ulaşılabileceğini ifade eder. Sistemin sürekli bir dönüşüm içinde olmasını sağlayan geribildirim ise; bilginin, sistemin işlevsel durumunu sürekli olarak yeniden dengeleyecek ve kalibre edecek şekilde yeniden sisteme yüklenebileceği bir mekanizma sunar. Bertalanffy'nin de açıkladığı üzere, bu iki durum bir sistemin sabit veya homeostatik bir halde çalışacağını belirlenmesine dayanır. Tasarımla özellikle ilgisi olan konu ise işlevsel (çalışan) bir sistemin sonucunun bir 'durum' olduğunu ve girdiler,

çıktılar ve geribildirim bilindiği noktada bunun sürekli olarak değişen çok sayıdaki durumdan bir tanesi olduğunu anlamaktır (Bertalanffy, 2011).

Genel sistem teorisi, 'organize bütün' tanımını yöneten kanunların şifresini çözecek evrensel ve bilimsel bir disiplin olarak formüle edilmiştir. Bu teori, Christopher Alexander'ın 1960'larda, tasarım süreci ve fiziksel organizasyonlar, form ve işlevsellik üzerine yazdıklarında gözlemlendiği gibi, tasarım düşüncesinde gerçekleşen büyük değişiklikleri işaret etmektedir. Yerleşik tasarım yaklaşımlarının aksine Alexander genel bir tasarım sorunların alt sorunlara bölünemeyeceğini ve bunun sonucunda da sorunların teker teker ve birbiri ardına çözümlerinin özet süreci olarak yeni ve sıra dışı bir tasarım çözümüne ulaşmanın mümkün olamayacağını savunmuştur (Alexander, 2011).

Alexander'a göre sistem, 'parçalar arasındaki etkileşim' sayesinde sonuçlandırılan genel bir davranışa odaklanır. Bu tanımda kullanılan 'parçalar arası' ifadesi önemlidir çünkü bileşenlere ilişkin bilginin, bu bileşenlerin ister rakip isterse bitişik olarak nasıl etkileştiklerine ilişkin bilgiyle tamamlanması gerektiğini dile getirir. Önce Aristo tarafından tanımlandığı ve daha sonra Bertalanffy tarafından genişletildiği şekliyle sistemler sadece bir bütünün toplamı olarak bir işlevi yerine getirmezler. Bütünsel yapı, parçaların her birinde görülemeyeceği gibi parçalarının birbirine eklenmesiyle de görülemez. Sistemin davranışı ancak parçalarının arasındaki etkileşimlerin dinamikleriyle ortaya çıkar. Bu, kümülatif ve doğrusal bir etki değil aksine, etkileşimin düzeyi ile miktarının doğrudan deşifre edilemeyeceği döngüsel ve nedensel bir etkidir.



Görsel 35. Mimari tasarımdaki Örüntü Dili (*A Pattern Language*, 1977) teorisi ve öğretisi Christopher Alexander'a aittir. Bu öğreti Genel Sistem Teorisi'nin temelleri üzerine yapılanmaktadır.

Sistem teorisinin tasarım düşüncesine uygulanması, karmaşık (*complex*) davranış tabanlı sistemlerin nasıl hesaplanacağına ilişkin temel kavramların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Genel sistem teorisiyle paralel şekilde evrimleşen sibernetiğin döngüsel nedenselliğe sağladığı katkı, makinelerin böyle bir karmaşıklığı nasıl çözebileceklerinin anlaşılmasıdır. Özellikle geribildirim ve stabilite nosyonu, bütünün nasıl organize edildiğini belirlemeyi mümkün kılan işlevleri sağlar. 'Uyum iyiliği' (*goodness of fit*) fikriyle dengelenen öngörü ve öngörünün doğruluğu, 'sibernetik' teriminin de isim babası olan Norbert Wiener'in 'öğrenen makine' olarak adlandırıldığı olgunun en kritik faktörleridir (Wiener, 1965).

Norbert Wiener 1940'larda dijital bilgisayarların insanla makine arasındaki ilişkiyi irdelenmesi gereken bir konu olarak açığa çıkardığına işaret etmiş ve geribildirim bir iletişim sisteminde oynadığı önemli rolü belirtmek için "sibernetik" terimini üretmiştir. Sibernetik kelimesi Yunancada "yönetici" veya "dümenci" anlamına gelen "kybernetes" sözcüğünden türemiştir. 'Sibernetik: veya Hayvanlarda ve Makinelerde Kontrol ve İletişim' (1948) adlı kitabında Wiener, tüm organizmalarda veya sistemlerde çok önemli olan üç merkezi kavramdan: iletişim, kontrol ve geribildirimden söz etmiş, yaşam ve organizasyonun arkasındaki yönlendirici prensibin bilgi, yani mesajların içerdiği bilgi, olduğunu öne sürmüştür.

Bilgisayarlar ve dijital teknolojiler 1960'lar ve 1970'lerde her yerde bulunmuyordu ama yine de toplumu değiştirecekleri düşünülüyordu. Bilim, biyoloji ve mühendislik felsefesi kadar çok sayıdaki alana ait fikirlerden oluşan disiplinler ötesi ve çoklu perspektif sahibi bir alan olan sistem teorisinin öneminin bu on yıllar süresince giderek artması hiç şaşırtıcı olmamıştır (Paul, 2016).



Görsel 36. Jack Burnham ve sistem estetiğini yansıtan çalışması (1982)
<https://www.artforum.com/passages/melissa-ragain-on-jack-burnham-78935>

"Modern Heykelticiliğin Ötesi: Bilim ve Teknolojinin Günümüz Heykelticiliği Üzerindeki Etkileri" adlı ilk kitabı ile sanat ve teknolojinin önde gelen savunucularından biri olarak anılan Jack Burnham'ın "Sistem Estetiği" (1968) ve "Gerçek Zamanlı Sistemler" (1969) başlıklı makaleleri, sistem teorisinin tasarım düşüncesini yeniden şekillendirmesinin incelenmesine ışık tutmaktadır. Burnham, teknolojiyle çalışan sistemleri "nesne odaklı kültürden sistem odaklı kültüre geçişi" işaret eden bir kültürel ve sanatsal üretim metaforu olarak kullanmıştır. Burnham, "Burada değişim eşyalardan değil, eşyaların yapılış şekillerinden kaynaklanıyor" ifadesi ile aslında süreç-odaklı tasarımın önemini ve etkisini dile getirmiştir (Burnham, 1968).

3.4.1. Karmaşık (Complex) Sistemler

Bilgisayımsal tasarım ve sanatı, sistemlere dayanan bir uygulama olarak teori haline getirmek için tüm bilimsel disiplinlerdeki sistemleri inceleme amacını taşıyan bilim dalına, yani karmaşıklık (*complexity*) bilimine bakabiliriz.

Estetik niteliğin, bir düzen içerisinde olan karmaşıklık seviyesine bağlı olduğu bilinen bir ifadedir. Doğada hayran kaldığımız varlık ve mekanların estetik algıya dair çözümlemelerinde, muazzam bir düzen ve harmoni içerisinde olan yine muazzam bir karmaşıklık seviyesi görülmektedir. Matematikçi George David Birkhoff 1933'te "Estetik Ölçü" (*Aesthetic Measure*) adını verdiği kavram ile bu olguyu bilimsel olarak açıklamıştır. $M = O/C$ formülü ile; "estetik etkinliği" (*aesthetic effectiveness*) (M), "karmaşıklık derecesi" (C) ve "düzen derecesi" (O) kavramlarını birbiri ile ilişkilendirir. Kavramların rakamsal ölçülebilirlik içermemesi nedeniyle, bu formülü işlemleştirmenin ve matematiksel olarak uygulamanın çok sorunlu olduğu neredeyse hemen anlaşılmıştır. Fakat, bu oldukça ilginç bir girişim olmuştur ve Birkhoff'un da ifade ettiği gibi 'çeşitliliğin birliği' olarak bilinen estetik olgunun bu formülle yakından ilişkili olduğu çok açıktır (Birkhoff, 1933). Bir sistemin "basit" veya "karmaşık" olduğundan söz ederken sezgisel bir algımızın olmasına karşın, bu sezgisel algımıza tam anlamıyla karşılık gelecek teknik bir karmaşıklık ölçüsü geliştirmek kolay değildir.

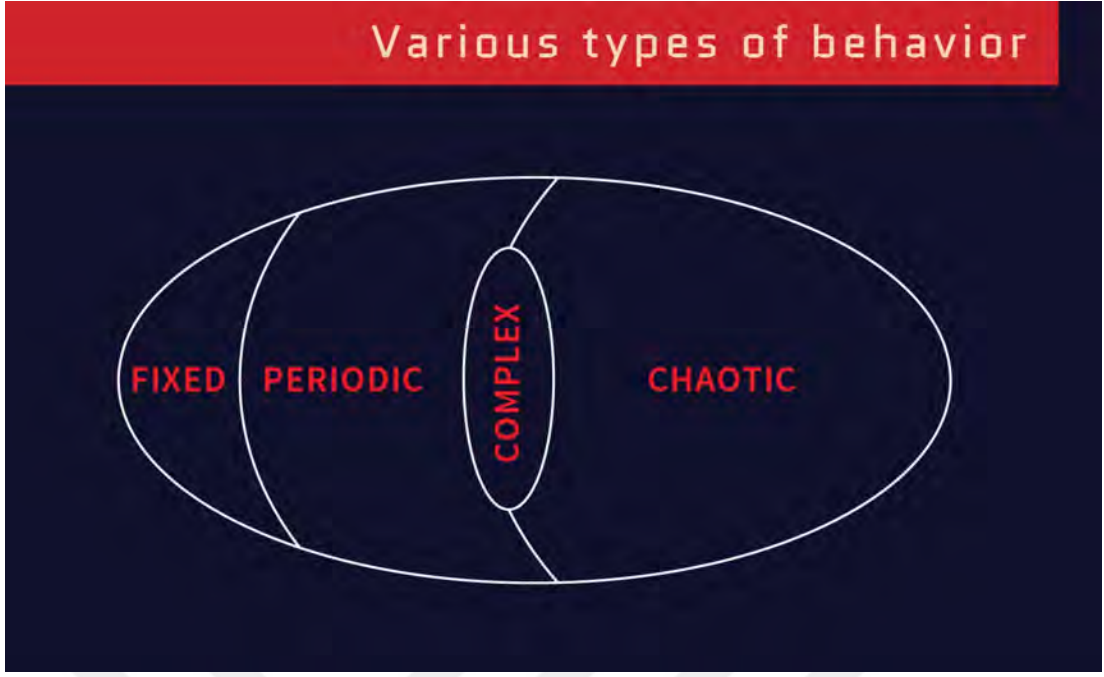
Karmaşık sistem (*complex system*) ifadesi bir tasarım ve sanat terimi olarak benimsenmiştir. Karmaşık bir sistem tipik olarak, kendilerine yakın olan diğerleriyle etkileşime giren çok sayıda parça veya etkenden oluşur. Bu yerel etkileşimler genellikle sistemin kendisini, bir ana kontrol ya da 'yetki sahibi' bir dış etkenden bağımsız olarak organize etmesine neden olur. Bu tür sistemler genellikle kendi kendini organize eden sistemler olarak ifade edilir ve insanın sistemi oluşturan her bir parçadan bekleyebileceğinden farklı açığa çıkan davranışlar veya özellikler sergilerler. Karmaşık sistemler genellikle dramatik, doğurgan, yıkıcı veya rastgele olacak şekilde öngörülemeyen yollarla gelişirler. Bunlar ayrıca kendi içlerinde sürekli bir değişim gösterebilirler bile dengeli ve göreceli olarak sabit kalmayı başaran dinamik gerilimli sistemler de olabilir (Galanter, 2016).

Karmaşıklık bilimi, bilimsel anlayışta kademeli bir artıştan daha fazlasını sunar. Geleneksel bilim indirgemeciliği: yani modellemek, açıklamak ve öngörmek ama-

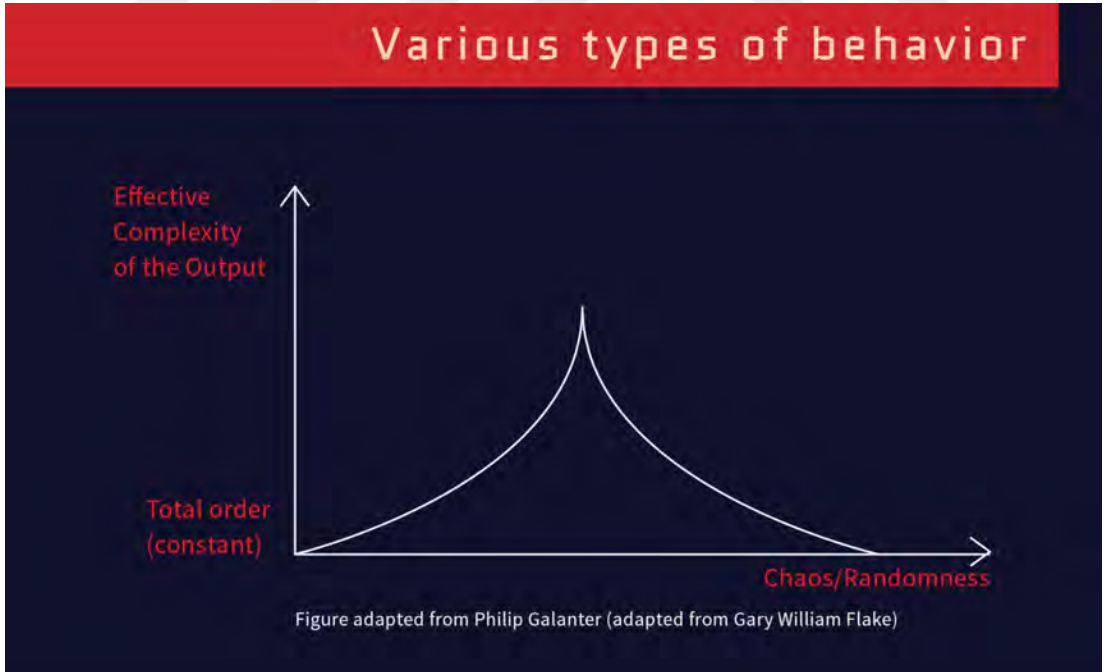
cıyla fenomenin hiyerarşik olarak daha küçük bileşenlere ayrılması yöntemini kullanılır. Karmaşık sistemler parçaların toplamından çok daha fazlası olarak açığa çıkan bir bütünü sergilemek suretiyle bu tür bir analize direnirler. Karmaşıklık bilimi devrimseldir çünkü indirgemeciliğin yukarıdan aşağıya doğru olan işleyişini tersine çevirir ve bunun yerine aşağıdan yukarıya doğru olan süreçlerin bir sentezini sunar.

Sistem davranışlarının çeşitliliği, özellikle de kullanılan algoritma ve parametreler hakkında tam bir bilgi sahibi olunmadan, onların nitelendirilmelerini zorlaştırır. Yine de sistemin davranış örüntüleri gözlemlenebilir. Sanal yaşam (*artificial life*) alanını bulanlardan biri olan Amerikalı bilgisayar bilimci Christopher Langton tarafından önerilen bir sınıflandırma ise çok ünlüdür. Langton, sistemlerin sergileyebilecekleri dört davranış biçimi belirlemiştir; sabit, periyodik, karmaşık ve kaotik (Langton, 1997). Sabit davranışta sistem statik bir sonuca ulaşır. Periyodik davranışta sistem tekrarlayan uzun veya kısa süreli davranış örüntüleri sergiler. Kaotik faaliyet gösteren sistemlerde ise davranış rastgeledir ve fark edilebilen bir örüntü yoktur. Periyodik ve kaotik sistemler arasındaki sınırda da karmaşık sistemler bulunur. Zeki ve yaratıcı davranışlardan açığa çıkan rafine yapılar bu noktada keşfedilir. Bir sistem, elbette ki koşullara bağlı olarak tüm bu davranışları sergileyebilir. Dahası, bazı sistemler aynı zamanda uyarlanabilir niteliktedir; yani davranışlarını veya davranış türlerini içeriğe ve önceki deneyimlerine bağlı olarak değiştirebilirler.

Karmaşık sistemler tanımı ile sistemin ürününün, yani çıktısının karmaşıklığından söz edilmektedir. Sistemin, görevini yerine getirmek için yapmak zorunda olduğu işlemlerin sayısı açısından algoritmanın zamansal karmaşıklığı olan algoritmik karmaşıklıktan ya da bir algoritmanın görevi yerine getirmek için ihtiyaç duyduğu bellek miktarı olan alansal karmaşıklıktan söz edilmemektedir. Sistemin karmaşık olması, belli bir bilgi setinin ne kadar sıkıştırılabileceğiyle ilgili olan, bilginin teorik karmaşıklığı anlamına da gelmez. İfade edilen, herhangi bir davranışın çıktısını üreten ve önceden belirlenmiş bir dilde yazılan en kısa bilgisayar programının uzunluğunu anlamına gelen şey Kolmogorov karmaşıklığıdır. Burada sözünü ettiğimiz şey verimli karmaşıklık ve bu terim sistemin iç çalışmasının yanı sıra dış davranışını da kapsar. Çıktı karmaşıkse verimli karmaşıklık doruğa çıkar, ama sistemin davranışı sabit ya da tamamen rastgele veya kaotikse, sifıra yaklaşır.

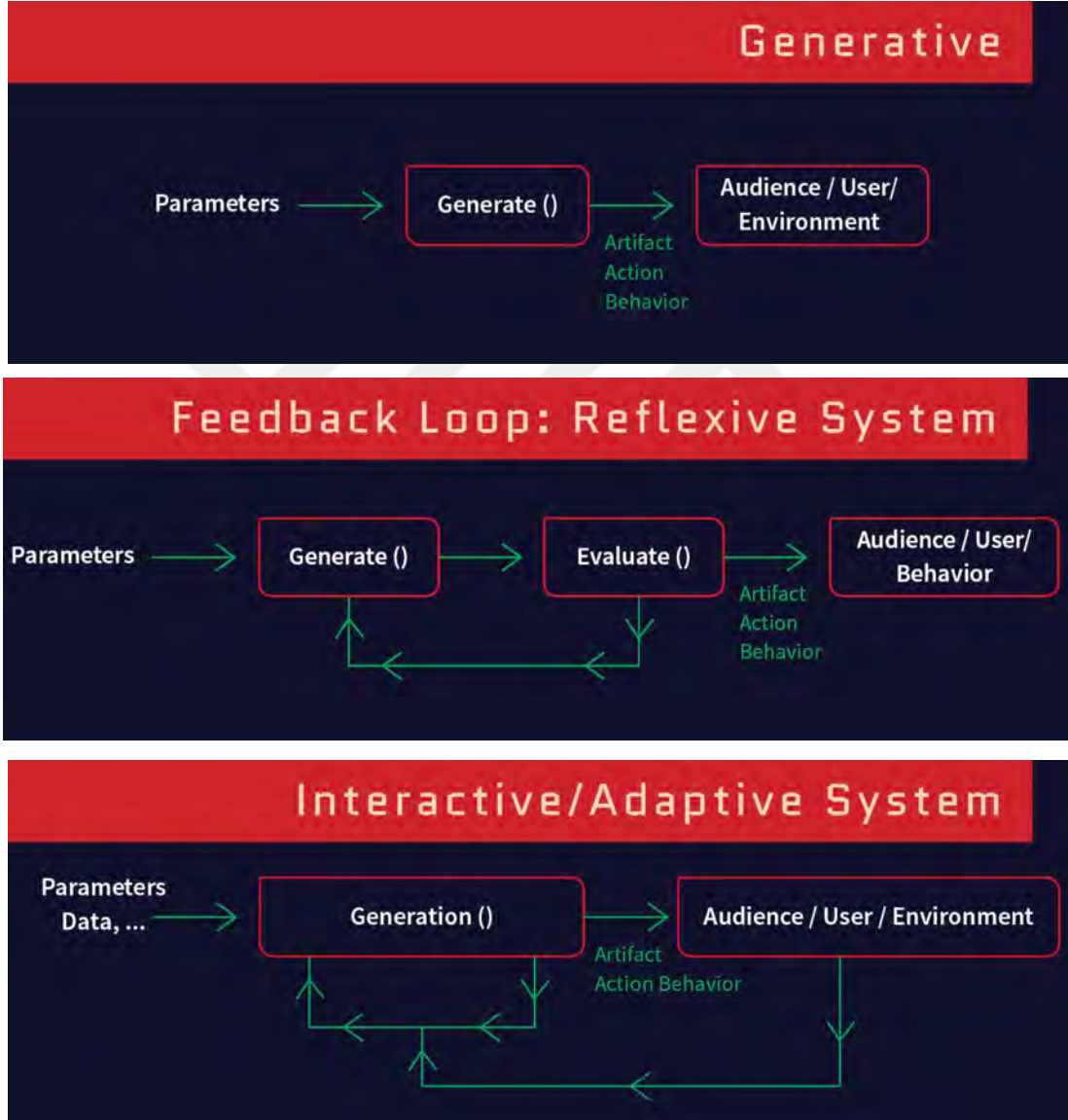


Görsel 37. Langton'ın önerdiği sistem davranışı sınıflandırması;
sabit (*fixed*), periyodik (*periodic*), karmaşık (*complex*), kaotik (*chaotic*)
<https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity>



Görsel 38. Verimli karmaşıklık grafiği: Yatay eksen sistem davranışı sabit davranıştan kaotik ve rastgele davranışa doğru ilerlemektedir.
<https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity>

Sistemin verimli karmaşıklığını, sistemin kendi karmaşıklığı veya çok yönlülüğüyle karıştırmamak gerekir. Verimli karmaşıklığı son derece yüksek olan çok sayıda basit sistem örneği de vardır. Sistemin çeşitli davranış biçimleri ve otonomi düzeyleri, sistemin mimarisi tarafından yönetilir. Genelleştirme yapmak zor olsa da sistem mimarisinde bazı arketipik yaklaşımlardan söz edilebilir. Bunlar; *generative*, *generate and evaluate*, *generative with reflexive feedback*, *interactive and adaptive*.



Görsel 39. Sistem mimarisindeki arketiplerin akış şemaları sırasıyla; *generative*, *generate and evaluate* (with reflexive feedback), *interactive and adaptive*.

<https://www.kadenze.com/programs/generative-art-and-computational-creativity>

Mimarının birinci türünde basit bir jeneratif sistem görmekteyiz. İsteğe bağlı olarak bazı girdi parametrelerini de kapsayabilir, ama sonra dışı kapalı bir şekilde çalışarak yeni artifaktlar, eylemler veya davranışlar üreten bir sistem haline gelir. Mimarının ikinci türünde ise sistemi yapısında bir değerlendirme döngüsü vardır. Bir sistem; biri artifaktları, eylemler, veya davranışları oluşturan, diğeri ise bunları değerlendiren iki kısma ayrılabilir. Değerlendirme sonucunda bunların hedef kitleye sunulacak derecede yaratıcı, yani yeni ve yeterince değişken olanları seçilir. Üçüncü mimari türü ise etkileşimli veya uyarlanabilir sistemdir. Bunlar basitçe döngülü sistemlerdir ve içinde bulundukları çevreyle aralarında bir geribildirim döngüsü vardır. İç mimarilerinden bağımsız olarak bunlar Dünya'ya, hedef kitleye, kullanıcıya veya çevreye sunulan artifaktlar, eylemler veya davranışlar oluşturmazlar, aynı zamanda kendi üretimleri de dahil olmak üzere bu Dünya'yı, hedef kitleyi veya çevreyi hissedebilir veya algılayabilir ve daha sonraki üretimlerini bilgilendirebilirler.

3.4.2. Karmaşık Sistemleri Kullanan Jeneratif Sanat

Jeneratif sanatta görülen son derece sıralı sistemler ayrıca yenilikçi 20. Yüzyıl sanatında da görülmüştür. M. C. Escher İslam sanatı ve mimarisi öğrencisiydi ve 20. yüzyılın ünlü grafik tasarımcılarından biri oldu. Bir matematik eğitimi almamış olsa da "düzlemin düzenli bölünmesi" adını verdiği kavramın jeneratif doğasını son derece iyi anladığı bellidir. Sanatın hizmetinde olan algoritmalar olarak adlandırılacak olan şeyi bilgisayar kullanmaksızın bulmuş ve uygulamıştır (Bool, Kist, & Wierda, 1982). Carl Andre, Mel Bochner ve Paul Morgenson gibi kavramsal ve minimal sanatçılar kendi kompozisyonlarını oluşturmak için basit matematiksel sistemleri kullanmıştır. Bir diğer kavramsal sanatçı; Sol LeWitt duvar çizimlerinde kullandığı kombinasyonel sistemleri yaratmıştır. "Kavramsal Sanat Üzerine Paragraflar" adlı makalesinde jeneratif sanatın tanımı olarak da kabul edilebilecek "Fikir, sanat yapan bir makine halini alıyor" ifadesini kullanmıştır (Meyer, 2000).

Bir kristal son derece düzenli bir fiziksel sistem olarak düşünülebilir ve basit bir kütle, hız ve dönme formülüyle modellenenebilir. Gazlardan oluşan bir sistem son derece düzensizdir ve basit bir hacim, basınç ve sıcaklık formülüyle modellenenebilir. Birkaç yüzyıl boyunca bilim ve Batı kültürü hem yüksek derecede düzenli hem de

yüksek derecede düzensiz basit sistemlerle rahat etmiştir. Bu süre boyunca jeneratif sanatçılar her iki türden otonom sistemleri kullandılar (Galanter, 2016).

Son birkaç on yıl içinde çok çeşitli alanlardan bilim insanları sistemlere yönelik yeni ve çoklu disiplinli bir anlayış oluşturmak için birlikte çalıştılar ve sonuçta bir dönüm noktası niteliğindeki Santa Fe Enstitüsü 1984'de kuruldu. "Karmaşıklık bilimi" ve "karmaşıklık teorisi" genel başlığı altında çeşitli sistem türleri üzerinde çalışılmış, sistemler kıyaslanmış, karşılaştırılmış ve matematiksel ve bilgisayarlı olarak modellenmiştir. Fiziksel, biyolojik ve sosyal bilimlere yayılan soyut bir sistem anlayışı ortaya çıkmaya başlamıştır (Waldrop, 1992). Bu bilim insanları tarafından incelenen karmaşık sistemlerin modelleri sanatçılar tarafından jeneratif sistemlerin geldikleri son nokta olarak kullanılmaktadır.

Son derece düzenli ve düzensiz sistemlerin ikisi de jeneratif tasarım ve sanat üretmek için meşru tercihler olmaya devam ederken, çağdaş jeneratif sanatçı ve tasarımcılar olağan olarak karmaşık sistemleri araştırmayı ve kullanmayı arzulamaktadır.

1990'ların ortalarından sonra dijital jeneratif sanatta bir patlama yaşanmıştır. Bunun nedeni kısmen de olsa Processing, Pure Data, Supercollider, vvvv, openFrameworks ve Cinder gibi kullanımı kolay, çoğunlukla açık kaynaklı yazılım ortamlarının ortaya çıkmasıdır. Sanal sistemlerin ötesinde Arduino gibi fiziksel programlama platformları sanatçılara, duyarlı ve etkileşimli enstalasyonlar yapmak amacıyla sensörlere, ışıklı görüntü birimlerine, ses cihazlarına, motorlara, başlatıcılara, robotlara ve daha birçok şeye erişebilme gücünü sağlamıştır.

Ancak yine de çağdaş jeneratif sanatı destekleyen asıl etmenler olan karmaşıklık bilimi araştırmalarından elde edilen yeni modeller oldu. Örneğin, ilk olarak Benoit Mandelbrot tarafından keşfedilen ve tüm ölçeklerde özbenzeşlik sergileyen fraktallar, soyut kalıpların yaratılmasının yanı sıra bulutlar, nehir kenarları, dağlar ve diğer arazi şekilleri gibi doğal objelerin simülasyonu için jeneratif sanata uygulandı (Mandelbrot, 1983). Fraktal alevler, Scott Draves'in ağ tabanlı ekran koruyucusu çalışması olan Elektrikli Koyunun temelini oluşturan fraktal türü oldu.

Fraktallarla bir dereceye kadar ilişkili olan şey ise L-sistemleri olarak da bilinen Lindenmayer sistemleridir. L-sistemleri gramer tabanlıdır. Bir dizi aksiyom ve üre-

tim kurallarını kullanırlar ve ilk olarak bitkilerin dallanma yapılarını simüle etmek amacıyla icat edilmişlerdir. L-sistemleri soyut modellerin yaratılması amacıyla jeneratif sanatta kullanılmış ve bunun yanı sıra resimlerde ve animasyonlarda iki boyulu (2D) ve üç boyutlu (3D) yapay ağaçlar, çalılıklar ve çiçekler oluşturmak amacıyla da kullanılmışlardır (Prusinkiewicz, Lindenmayer, & Hanan, 1990). Fraktalların ve L-sistemlerinin ortak özellikleri ise son derece özyinelemeli ve dolayısıyla kolay sıkıştırılabilen formlar üretmeleridir. Bunlar her ne kadar daha önce sözü edilen yüksek derecede düzenli modellerden daha karmaşık olsalar bile, karmaşıklık eğrisinde daha üst sıralarda yer alan başka sistemler de vardır.

Daha da karmaşıklaşan sistemler bilimsel olarak daha fazla anlaşılmaya başladıkları için jeneratif sanatçıların bugüne kadar bilinen en karmaşık sistemlere ve bunların da en karmaşığı olan hayatın kendisine yönelmeleri şaşırtıcı değildir. Örneğin reaction-diffusion sistemleri farklı yayılma oranlarına sahip olan kendi katalizörlerini üreten kimyasal reaksiyonları simüle eder ve böylece modeller yaratırlar. Bu tür modeller doğada deniz kabuklarında ve hayvan kürklerinde görülür. Simüle edilen süreçler ayrıca mermer gibi malzemelerde görülen modellere benzer modeller de üretebilir. Bundan ötürü reaction-diffusion sistemleri soyutlamanın yanı sıra animasyon sektöründe de kullanılmıştır (Turk, 1991). Reaction-Diffusion sistemleri tipik olarak bir yüzeyi ince bir dijital örgüye bölerek uygulanır ve bu da her hücrenin değeri farklı olan kimyasal gradyanları yaklaşık olarak tahmin etmeyi sağlar. Yayılma hesaplamaları iki hücre arasındaki her sınır için yapılır ve bu yerel etkileşimlerden genel modeller ortaya çıkar. Ayrık örgünün kullanıldığı bu tür bir hesaplama hücresel otomasyon olarak bilinen genel bir sistem türüne özel bir detaylandırmadır (Turing, 1952).

3.4.3. Evrimsel Sanat, Genetik Algoritmalar ve Uygunluk Darboğazı

Genetik algoritmalar (*genetic algorithms*) ve evrimsel programlama (*evolutionary computing*), biyolojinin çalışma alanı olan üreme mekanizmalarına göre modellenmiş algoritmalar için kullanılan terimlerdir. Genetik ve evrimsel teknikler endüstride, örnek olarak, en ideal olan elektronik devreleri, uçak kanatlarını, yatırım stratejilerini, telekomünikasyon güzergahını, şifreleme yöntemlerini ve bilgisayar oyunlarını tasarlamak için kullanılır. Genetik ve evrimsel yaklaşımlar, olası çözümleri araştırmak için basitçe sınama-yanılma yöntemiyle yapılan denemelere oranla çok daha etkin bir yoldur (Fogel, 1999). Bu alanda "geliştirme" ve "iyileştirme" kavramları, tasarımın optimize edilmesi gereken yönlerini tespit eden uygunluk fonksiyonu ile ilgilidir. Uçak kanatlarını düşünürsek, uygunluk fonksiyonu havalanmayı maksimize, ağırlığı ise minimize etmenin çözümlerini arayabilir. Yatırım stratejisi söz konusuysa, uygunluk fonksiyonu en basit anlamıyla belli bir jenotipten elde edilecek tahmini kar olabilir.

Evrimsel sistemleri (*evolutionary systems*) kullanan tasarımcı ve sanatçıların yaşadıkları zorluk ise estetiği yargılayabilen algoritmaların olmayışı ve sağlıklı estetik uygunluğu fonksiyonlarının henüz kodlanamamasıdır. Otomasyon konusunda girişimler olsa da bu zorluğa getirilebilecek tipik bir çözüm, sanatçının döngüye dahil edilmesi ve her yeni fenotipi şahsen puanlandırması olabilir. Bu da sistemin artık tümüyle otomatik olmadığı anlamına gelir ve ayrıca bu durum hem gen havuzunun büyüklüğüne hem de üzerinde çalışılabilecek nesillerin sayısına çok ciddi bir üst sınır getirir. Estetik kalitenin bilgisayarlı şekilde ölçülememesi ve bunun sonucunda tüm evrimsel sürecin çok büyük oranda yavaşlaması uygunluk darboğazı (*fitness bottleneck*) olarak adlandırılmıştır (Todd M. & Gregory, 1998).

William Latham tartışmaya açık bir şekilde ilk bilgisayar destekli evrimsel sanatı 1990'ların başlarında yarattı. İlk sonuçlar, böcek larvalarını veya kabukluları andıran biyomorfik formların büyük dijital baskıları şeklinde ortaya çıktı (Latham & Todd, 1992). Daha sonraki çalışmalarda ise animasyonlar, video enstalasyonları ve kişisel bilgisayarlarda kullanılan yazılımlar yer aldı. O dönemlerde Karl Sims matematik tabanlı soyut görüntüler ve animasyonlar üretti. Daha sonra temsili animasyonlar yapmak için bitkiye benzer formlar ve çeşitli hareketleri yapmalarını sağlayacak şekilde genetik, sinir ağları ve simüle edilmiş fiziksel özellikleri içeren

sanal yaratıklar geliştirdi. Galapagos (1995) adlı eserinde izleyiciler ekranın önündeki bir sensörün üzerinde durup tercih ettikleri evrimsel formu göstererek uygunluk fonksiyonunu sağlamıştır (Sims, 1997).



Görsel 40. Karl Sims, Galapagos (1995) isimli çalışmasında, etkileşimli bir şekilde izleyicinin tercihlerinden yola çıkarak bir uygunluk fonksiyonu oluşturmuş ve bilgisayarlı evrimi sağlamıştır.
https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Sims

3.5. Güncel Motivasyonlar

Bilgisayımsal yaratıcılık ve jeneratif sanat neden önemlidir?

Bilgisayımsal yaratıcılık süreçlerinin neden önemli bir araştırma konusu olması gerektiğine ilişkin olarak birçok neden sayılabilir. Bu nedenlerin ilk grubu bilimsel veya akademik nedenlerdir. Bilgisayımsal yaratıcılık konusunda yapılacak araştırmanın temelinde yaratıcı süreçlerin araştırılması yatar ve bir alan olarak da bu, yaratıcılığın doğasıyla ilgili önemli soruları ele alır. Bu çalışmada çoğunlukla bilişsel bilimlere, matematiğe, yapay zekaya, yapay hayata ve makine öğrenimine ait araçlar ve metalar kullanılır. Bu, çeşitli bilimsel ve akademik uygulamaları olan ve hızla gelişen bir alandır.

Bilgisayımsal yaratıcılık üzerine yapılan araştırmanın neden önemli olduğuna ilişkin bir diğer neden grubu ise pragmatik ve ekonomik nedenlerden oluşur. Sektörde daha jeneratif sistemlere doğru bir yönelim vardır. YZ araştırmaları ilk başlarda çoğunlukla askeri uygulamalara odaklanmıştır. Ancak başta bilgisayarlar olmak üzere sibernetiğin ortaya çıkması ve yayılmasıyla birlikte YZ, mühendislik uygulamalarında rasyonel sorun çözümüne yönelik algoritmaların gelişmesine paralel olarak sanayide de kullanılmaya başlandı. Ancak rasyonel sorun çözümü artık bilgisayarların genel kullanım alanı değildir. İşlemcilerin, dünya yaşantısındaki asıl kullanım alanı artık yaratıcı ve eğlence ağırlıklı hizmetlerdir. İnsanlar bilgisayarları kullanarak haberleşiyorlar, fotoğraf çekiyor, video ve müzik üretiyor. Yani artık bu yaratıcı ve eğlence ağırlıklı bilgisayar piyasasında oluşmuş yoğun bir talep vardır. Bu talebin çoğu da doğrusal medyadan doğrusal olmayan medyaya geçişten kaynaklanmaktadır. Doğrusal medya kullanım örnekleri arasında kitap okumak, film izlemek veya CD dinlemek sayılabilir. Doğrusal bir medya ürettiğiniz zaman yaratıcı insanlardan oluşan bir ekibin, bunun her anını kontrol etmesini ve elde edilen kalitenin çok yüksek olmasını sağlayabilirsiniz. Doğrusal olmayan medya ise medya aracılığıyla birçok farklı yolu izlemenizi sağlayacak platformları tanımlar. Buna en iyi örnekler web siteleri ve video oyunlarıdır. Doğrusal olmayan bir medya üretmek için ihtiyaç duyacağınız varlıkların sayısı ciddi biçimde artar. Örneğin League of Legends adlı oyunu, 2014 verilerine göre bir günde 27 milyon kişi oynamaktadır. Her oyuncunun tercihlerine göre kişiselleştirilecek ve bir oyun için, oyun içinde oynayan kişinin başına geleceklere uyarlanabilecek bir müziğin yazılması için

kaç besteciye ihtiyaç duyarsınız? Bunun için çok fazla içeriğe ihtiyaç vardır. Aynı şey karakterler, görseller, animasyonlar ve olay örgüleri için de geçerlidir. Doğrusal olmayan medya böyle bir ürün elde etmek için çok daha fazla varlığa ihtiyaç duyar. Dolayısıyla bu varlıkların ya otomatik olarak üretilmeleri gerekir ya da yaratıcılık gerektiren bu tür görevleri yerine getirmek için daha etkin yardıma ihtiyaç duyarlar. Aksi takdirde doğrusal olmayan medyanın öngörülen maliyetleri çok artar.

Bilgisayımsal yaratıcılık ve jeneratif sanatın önemli olmasının nedenleri arasındaki üçüncü bir grup da ergonomi ve insan-bilgisayar etkileşimiyle ilgilidir. Şu anda kullandığımız şekliyle yazılım çoğunlukla eylemsizdir. Yaratıcı bir yazılımda, bu yazılım fotoğrafları ve videoları düzenlemeyi veya müzik yapmayı sağlasa bile, insan-bilgisayar etkileşimi ya çok azdır ya da hiç yoktur. Hala bir şeylerin olması için tuşlara basıyor ve düğmeleri tıklıyoruz; sistem sizin için çok fazla şey yapmaz. Genel anlamda, ne kadar hatasız bir fikriniz olursa olsun sıfırdan başlamanız ve içeriği doğrusal şekilde oluşturmanız gerekir. 19. yüzyılda ve 20. yüzyılın başlarında gerçekleşen sanayi devrimi nasıl mekanik iş gücünü otomatik hale getirmeyi amaçlamışsa, dijital devrim – bilgi devrimi de bilgi işleminin otomatik hale getirilmesini amaçlamaktadır. Bugün Excel veya herhangi bir temel bilgisayar programıyla da yapılan cebir işlemlerini bilgisayarlardan önce sadece insan beyni yapabiliyordu. Bilgi işleme görevlerinin çoğu otomatik hale getirildi ve yaratıcı görevlerin bu devrimin kapsamı dışında kalmaları için hiçbir neden yoktur. Bazı insanlar, bilgisayarın bir araç olması konusunda o kadar da coşkulu değildir ama tasarımcılar ve sanatçılar yeni formları ve bunlara eşlik eden yansımalarını yaymak için her zaman kendi zamanlarında mevcut olan araçları kullandılar.

Bilgisayımsal yaratıcılık ve jeneratif sanatın neden önemli olduklarına ilişkin son nedenler grubunda ise jeneratif sanatın tarihten kalan bir kültürel uygulama olması bulunur. Her ne kadar yazarak ve algoritmaları uygulayarak süreçlerini formülleştirme pahasına da olsa bu çaba, sanatçıların kendilerini kendi kısıtlarından özgür bırakmalarının ve eserlerinin kavramlaştırılmasına daha fazla eğilmelerinin bir yoludur. Bugünlerde zamanımızın en yaygın medyası olan bilgisayarları sanat yapmak ve kültür oluşturmak için kullanan jeneratif sanat, dijital sanatın ön saflarında yer almaktadır. Bu sanatçıların yeni teknolojiler ve toplumun bilgisayarlaşması üzerine diyaloga girebilecekleri yollardan biridir. Bütün bunlar, bilgisayarlı yaratıcılık ve jeneratif sanatın önemli ve güncel olmalarının nedenleridir.

3.6. Güncel Sorunlar

Jeneratif sanat ve bilgisayarlı yaratıcılık çalışmalarının gündeme taşıdığı güncel sorunlar da vardır; cevaplanmayı bekleyen çeşitli soruları akla getirmektedir. Bu sorular ayrıca henüz tek bir doğru cevabının olabileceği sorular değildir. Tartışmaya açık olarak, daha çok, jeneratif ve bilgisayarlı süreçler ile çalışan tasarımcının ve sanatçının üretirken akıl yürütmesi gereken konulardır (Galanter, 2016).

3.6.1. Benzersizlik Sorunu

Benzersiz objelerin seri şekilde üretilmeleri sanatın değerini düşürür mü?

Hem piyasa değeri hem de kültürel değer bağlamında, geleneksel sanat eserleri benzersiz ve dolayısıyla nadir objeler olarak değer bulurlardı. Walter Benjamin mekanik olarak, yani baskı veya fotokopi yoluyla çoğaltılan sanatta "ruhun" çok azaldığını söylemiştir. Bugün dijital medya sayesinde sınırsız sayıda çoğaltma yapmak mümkündür. İnternet üzerinden yapılan dağıtımla eserlerin maddesel olmaktan çıkması nedeniyle herhangi bir eserin çoğaltılması ücretsiz bir işlem haline almıştır.

Dijital jeneratif sanat da tamamen yeni bir sorun yaratmıştır: sınırsız sayıda kopya sunmak yerine, orijinal ve benzersiz sanat eserlerini sınırsız sayıda sunmaktadır. Görünüşte kendi içinde tezat içeren "seri üretilen benzersiz objeler" ifadesi aslında jeneratif sanatın gerçeğini tanımlamaktadır. Jeneratif sanat, mürekkep püskürtme teknolojisi kullanılarak basılabilir ve talep olması halinde sınırsız sayıda mono baskı sağlanması da mümkündür. Verileri fiziksel objelere dönüştüren 3D baskı teknolojilerinin kalitesi de hızla iyileşmektedir. Sanatçıların tek olarak yapılan özgün heykellerden sınırsız sayıda üretmeleri artık mümkündür ve bunların kalitesi de zaman içinde iyileşecektir.

3.6.2. Gerçeklik (Özgünlük) Sorunu

Bu sanatın kısmen de olsa duygusuz ve düşüncesiz bir sistem tarafından yaratıldığını düşünülürse, jeneratif sanat gerçekten sanat sayılır mı?

Jeneratif sanatın aslında sanat olup olmadığı sorusu daha çok dijital sanat hakkında bir şey bilmeyenler tarafından sorulmakta ve sonuçta da doğrudan doğruya "Sanat nedir?" sorusu üzerinde bir tartışmaya dönüşmektedir.

Jeneratif sanat kesinlikle formu veya izleyicinin deneyimini vurgulayan eski sanat teorilerinin kapsamına girebilir. Jeneratif sanat, sanatın bir temsil olduğu şeklindeki teoriyle kısmen uyumludur ve bu teori aynı zamanda jeneratif olmayan modern sanatın büyük bir bölümünü de dışlamaktadır. Jeneratif sanat sosyal yapıyı çevreleyen ve aile benzerliğine dayanan çağdaş sanat teorilerine, bir kurum olarak sanat nosyonuna veya tarihsel tanımlara rahatlıkla dahil edilebilir.

Sanatsal yaratımı bir ifade fonksiyonu olarak gören türden bir teori jeneratif sanat açısından en sorunsal teoridir. Bir bilgisayarın kendisini ifade edebileceği ve edeceği iddia edilebilir mi? Alternatif olarak bilgisayar bir sanatçı tarafından öngörül-meyen formları belirlediği zaman elde edilen eserler yine de bir sanatçının ifadesi olarak kabul edilebilir mi? Dijital jeneratif sanatın gerçekten de jeneratif sanatın eskiye dayanan tarihinin bir parçası olduğu gerçeği bu noktada yardımcı olmaktadır. Cage ve Burroughs'un rastgeleleştirmeyi kullanması sonucunda ortaya çıkan beklenmedik sonuçların genel olarak sanatsal anlatıma sahip olduklarının kabul edildiğini belirtmekte yarar vardır. Benzer bir şekilde, ne kadar öngörülemez olsa da dijital jeneratif sanat da bir ifade ve dışavurum olarak kabul edilebilir.

3.6.3. Postmodernite Sorunu

Jeneratif sanat, kaçınılmaz olan postmodern bir sanat yaklaşımı mıdır?

Dijital sanatın, özellikle de dijital jeneratif sanatın postmodern bir yaklaşım olduğu ve doğası gereği postmodern kaygılara hitap ettiği ileri sürülmüştür. Bu argüman kısmen, daha önce ele alınan eser sahipliği hakkındaki postmodern ve post-yapısalcı fikirlerin karşılıklı evrimi üzerine kuruludur.

Karmaşıklık modellerinin yaratıcı makineler olarak kullanılmaları nedeniyle dijital jeneratif sanatın aynı zamanda simülakralar alanına da hitap ettiği düşünülebilir. Sanat eserleri özünde, Baudliard tarafından ortaya atılan simülakra ve simülasyon kavramlarının somutlaştırıldığı ve rekabet halindeki etmenleri, sınırlı kaynakları, katmanlı bilgiyi ve evrimsel değişikliği tümüyle içeren yapay yaşam ortamlarıdır (Baudrillard, 1994). Margot Lovejoy gibi yazarlar sanatçının niyetinden bağımsız olarak sadece dijital sanatın değil aynı zamanda bilgisayarla çalıştırılan sistemler gibi tamamen teknik olan altyapının da postmodern bağlamda yine programcının niyetinden bağımsız olduğunu açıkça ifade etmektedir (Lovejoy, 2004).

Ancak dijital jeneratif sanat aynı zamanda diğer sanatçıların, postmodernitenin açıkları olarak gördükleri şeylerle de mücadele edebilir. Postmodern sanat tipik olarak güzelliğin, şekilciliğinin ve ideallerinin peşinden gitmekten vazgeçer. Sanatın kullanımına, bağıntıcı olmayan gerçekleri ortaya çıkardığı gerekçesiyle radikal bir kuşkuculukla yaklaşır. Postmodern sanat daha ziyade güzellik ve gerçeğe iro-nik bir mesafededir ve bunları, terk edilmesi gereken naif arayışlar olarak görür.

Jeneratif sanat bu konumlara doğrudan karşı çıkabilir. Öncelikle jeneratif eserler üreten sanatçılar formu, toplumsal uygunluktan başka bir şey olarak ele alabilirler. Karmaşık sistemleri kullanarak, insan ve kültürün etkisi olmaksızın, doğal olarak gerçekleşen süreçlerin sonucunda ortaya çıkan formu elde edebilirler. Çoğunluk suyun, bunu söyleyen insanların Dünya yüzünde olmadığı çağlarda bile üçte iki hidrojen ve üçte bir oksijenden meydana geldiğini kabul eder. Benzer şekilde, re-action-diffusion sistemleri, evrim ve jeneratif sistemler tarafından kaldırılan tüm diğer sistemler bir anlamda insan etkisinden bağımsız şekilde, otonom olarak çalışırlar. Bu sistemler insan olsa da olmasa da var olacaktı ve halen insanın hiçbir zaman bulunmadığı yerlerde bile çalışıyorlar. Jeneratif sanat güzelliği, insanın keyfi yaratısı olmayan, aksine evrensel güçlerin ifadesi olan bir şey olarak oluşturabilir.

İkinci olarak sanatçılar buna dayanarak zorlayıcı örneklerle, Dünya'mızı anlama yeteneğimize olan inancımızı korumamızı sağlayan nedenler sunabilirler. Evrenin kendisinin de jeneratif bir sistem olduğunu ve jeneratif sanatın o evrendeki yerimize ve evrene katılımımıza ilişkin anlayışımızı yenileyeceğini hatırlatabilirler.

Nihai anlamda jeneratif sanat aslında ideolojik olarak tarafsızdır. En basit anlamda o belirli bir sanatçıya kalan, sanat veya herhangi bir içerik yaratma yoludur. Ne de olsa jeneratif sanat tarih öncesine dayanır ve modernizm, postmodernizm ve bilinen her türlü "izm"den daha önce gelir. Bununla birlikte postmodern durum, jeneratif sanat alanındaki bazı sanatçıların ve eleştirmenlerin ilgisini çekmeye devam ediyor ve mevcut tartışmayı sonlandıran değil, yayan ve genişleten bir platform olarak işler.

3.6.4. Yaratıcılık Sorunu

Jeneratif sistemler yaratıcı mıdır? Tam anlamıyla yaratıcı bir bilgisayar yaratmak için gerekenler nelerdir?

Filozof Margaret Boden şöyle demişti: "Yaratıcılık orijinal, şaşırtıcı ve değerli olan fikirler veya eşyalar bulma yeteneğidir (Boden, 2004)." Dijital jeneratif sanat sistemlerinin ve genel olarak jeneratif sanat sistemlerinin bir anlamda bilinci işaret eden fikirlerden yoksun olduklarını çok kişi kabul edebilir. Ancak başarılı jeneratif sanat sistemleri yaygın olarak yeni ve şaşırtıcı eşyalar yaratmaktadır. Değer konusu ise başka bir olgudur. Uygunluk darboğazı bağlamında da jeneratif sanat sistemlerinin sonuçlarına bir değer atamak daha çok insan yargısını gerektirir.

3.6.5. Anlam Sorunu

Bazı jeneratif sanatın jeneratiflikle ilgili olduğu ölçüsünde, sürece sadık kalma nosyonu üzerinde daha fazla tartışılması gerekmektedir. Geçmişteki sanat hareketleri "malzemelere sadık kalma" nosyonunu tanıtmıştır. Şekilcilik bağlamında en güçlü estetiğin, kullanılan aracın asıl doğasını (yapısını) sunmak olduğuna ve bunun yapılmasının önemli bir formun en saf halini sunduğuna inanılır.

Jeneratif eserler veren çoğu sanatçı elde edecekleri sonucun ne olacağını veya en azından hangi nihai sonucun arzu edileceğini düşünerek çalışmalarına başladı. Hepsi aşağıdan yukarıya değil yukarıdan aşağıya giden bir yaklaşımı benimsedi ve önceden düşünülen nosyonlarına uygun sistemler üretti. Bu da doğal sistemlerde bulunmayan bir teleolojiyi dayatmakta ve bunu, sanata doğal sistemlerin ilham vermesi gerektiği halde yapmaktadır. Yukarıdan aşağıya giden bu teleolojinin da-

yatılmasının bir sonucu da kavramsal tutarsızlık olarak karşımıza çıkmaktadır. Koursuz bir sürece sadık kalma yaklaşımı temelinde aşağıdan yukarıya doğrudur. Dijital olan veya olmayan sistem düşük seviyeli fonksiyonlarla başlar, bunlar etkileşecek şekilde toplaşrlar ve ortaya çıkışın birçok farklı ölçüt ve seviyesinde karmaşıklık oluşturma süreci başlar. Sürece sadık kalma ruhuyla yaratılan jeneratif sanat, nihai objeyi elde etme yolunda amaçlanan formu saplantı haline getirmez. Kendilerini yaratan süreçlere atıfta bulunmaları ölçüsü dışında nihai obje açısından amaçlanan bir form ve şekilsel bakış açıları önemli değildir. Sanat, kendisini izleyenlere bir dinamizm duygusu verir ve jeneratif sistemi de estetiğin ifadesi olarak sunar. Bu şekilde çalışılması dikkatin objelerden süreçlere, isimlerden fiillere kaymasına neden olabilir. Dinamizmi şekilcilikten fazla önemseyebilir, yaratının estetiğini bir faaliyet olarak kutlayabilir ve sürece sadık kalmayı, doğası gereği güzel kabul edebilir.

4. BÖLÜM: ALGORİTMİK BİYOMİMİKRİ

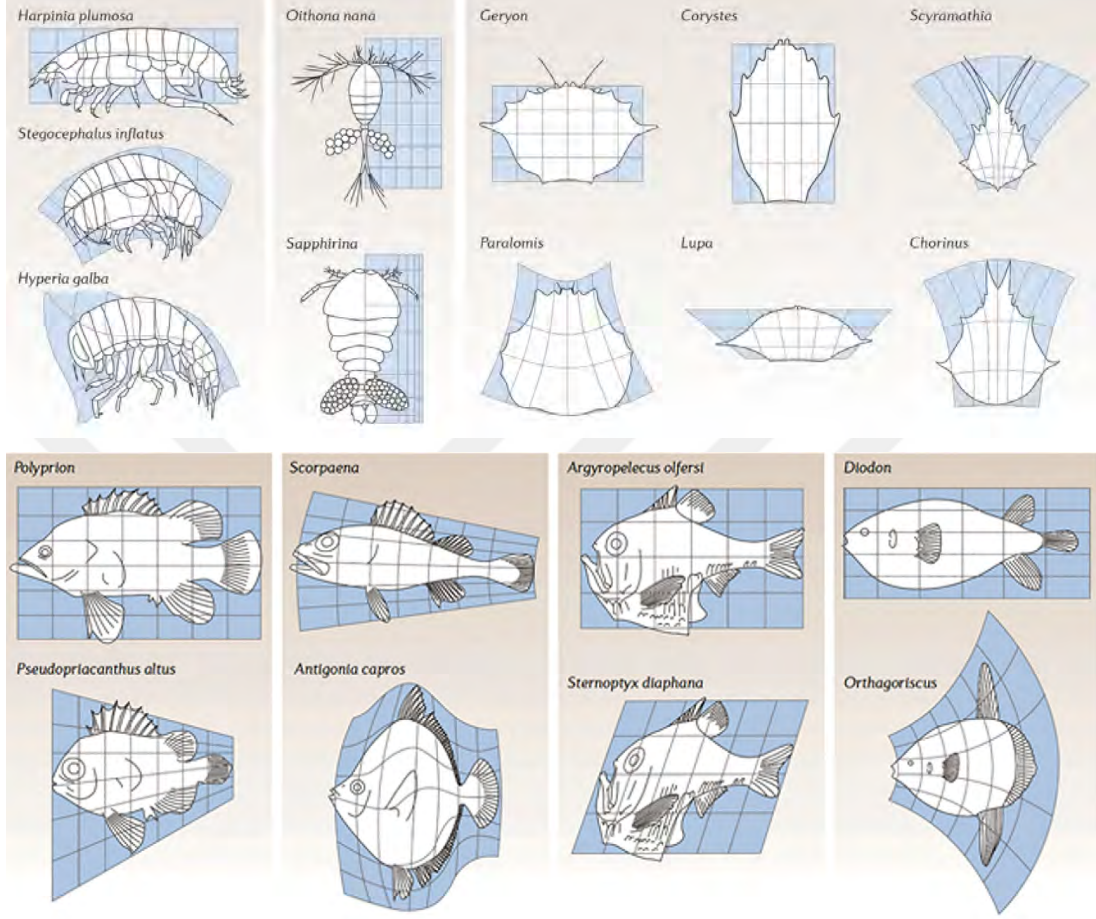
Bilgisayımşal araçlar yenilikçi form-bulma tekniklerini beraberlerinde getirerek tasarım ve üretim süreçlerine devrimsel katkılarda bulunmuştur. Bu teknikler genellikle “jeneratif tasarım”, “parametrik tasarım”, veya “algoritmik tasarım” gibi terimlerle tarif edilmektedir. Bu teknikler form ve temsil arasındaki tahmin edilebilir ilişkilerin bağıını kopararak, bilgisayarımşal olarak üretilen karmaşık formların geliştirilmesini sağlayan yeni tasarım yolları sunmaktadır. Tasarım sürecindeki vurguyu “form oluşturmaktan” “form bulmaya” kaydırmaktadır (Agkathidis, 2015).

Bilgisayımşal yaratıcılık ve jeneratif tasarım alanının sunduğu, karmaşık (*complex*) sistemler tasarlama ve evrimsel süreçler geliştirme çalışmaları “dijital morfoloji” adı altında başlıca bir alanın güncel ve çağdaş pratiğini oluşturmaktadır. Prosedürel, jeneratif ve evrimsel unsur, modern “bilgisayımşal ekoloji” ile ilgili tüm argümanların kökeni olarak değerlendirilebilir (Mancuso, 2011). Bu noktada bilgisayarımşal yaratıcılık faaliyetinin esas görevi, onunla gerçekleştirilebilecek sayısız fikrin ötesinde, dijital atmosferde devam edecek evrimin karmaşık (*complex*) sistemini tasarlamaktır.

4.1. Dijital Morfogenez

Morfoloji formun çalışılmasıdır. Bir nesnenin formu, o nesnenin, maddi bileşenlerinden ayırt edilen şekil ve yapısıdır. Bu nedenle morfoloji, nesnelerin şekil ve yapısının tarif edilmesi ile ilgilidir. Bu şekilde birçok disiplin için merkezi bir çalışma alanıdır. Şekil ve form, geometrik olmaktan ziyade morfolojiktir (Toussaint, 1988). Morfolojinin tanımı ilk olarak Goethe tarafından, çığır açan derlemesi Morfoloji Üzerine Yazılar (*Schriften zur Morphologie*) içerisinde bir bölüm olan Organik Oluşumla İlgili Fikirler (*Ideen Über organische Bildung*) başlıklı 1806 yılında kaleme aldığı metinde yer almıştır. Goethe’nin tanımladığı üzere ‘morfoloji’, sistemlerin hem canlı hem de cansız doğası ile karakterini, form ve oluşumun ayrılmaz bağı ile tanımlar. Bu sistem devamlı dönüşüm halindedir. Goethe, Aristoteles’in görüşü olan dinamik bir organizmanın öğelerinin sistem içindeki işlevselliklerini kesmek için izole edilebilecekleri düşüncesinden ayrılır. Doğanın davranışsal karakteri; etkileşim, tekrarlama, üretme ve çeşitlendirme olarak kavramsallaştırılmıştır. Bu kavramların çözümlenmeleri ise tasarımda bilgisayarım için temel oluşturmaktadır.

Formları, özellikle de organik olanları, incelediğimizde, serüveninin hiçbir aşamasında kalıcılık veya sonluluk bulamayız. Her şeyin sonu olmayan bir akış halinde olduğunu görürüz (Goethe, 2011).

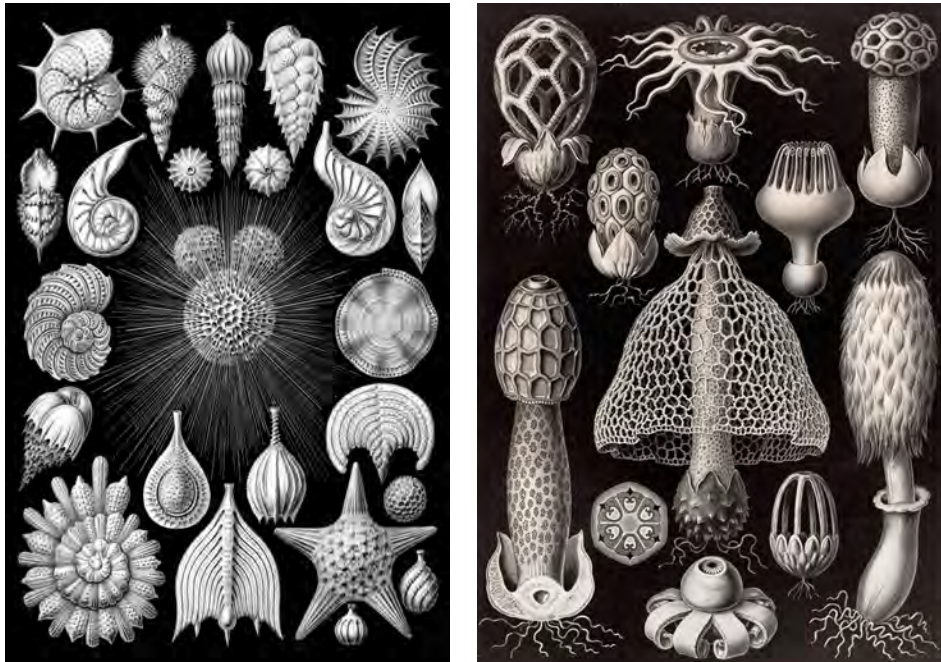


Görsel 41. D'Arcy Wentworth Thompson'ın teorisinde göre, aynı türler arasındaki morfojenetik çeşitlilikte Kartezyen koordinat sistemi ile ifade edilebilecek ortak bir temel vardır. Çevresel ve dış kuvveler evrim sürecinde morfolojik değişimi sağlamaktadır.

1917 yılında D'Arcy Wentworth Thompson *Büyüme ve Form Üzerine (On Growth and Form)* adlı kitabında morfolojiye yönelik çalışmalarının sonucunu yayınlamış ve bitkilerin ve hayvanların formlarının saf matematik olarak anlaşılabilirliğini öne sürmüştür. Kitap, büyüme ve fiziksel süreçlerin dinamikleri alanında doğal geometrilerin keşfedilmesi için önemli bir klasik haline gelmiştir. Bu çalışmada sıra dışı bir optimizm aşıkardır ve fiziksel Dünya ait bir vizyonu uyumlu güçlerin bir senfonisi olarak sunmaktadır. Kitap, geniş bir morfolojik çalışmalar yelpazesini kapsamaktadır. Organizmaların boyutları ve büyümelerine hâkim kanunlar, geometrik paketleme fenomeni dahil olmak üzere hücreler ve dokularda işlev gören statik ve dinamikler, gerilim altındaki membranlar, simetriler ve hücre bölünmesi ve aynı za-

manda basit organizmalarda iskeletlerin mühendisliği ve jeodezisi incelenmektedir. Thompson formu sadece verili bir şey olarak kabul etmemiş, enerji akışları ve büyümenin aşamaları ile şekillendirilen dinamik güçlerin bir ürünü olarak değerlendirmiştir (Bkz. Görsel 41). Doğanın minimum enerji gerekliliklerine göre formları ve yapıları oluşturması fenomeni, Thompson'un çalışmasında yer alan temadır. Thompson, gücün etkisine bir cevap olarak doğanın, bir temel ilkeler envanterinden büyük çeşitlilikteki formları nasıl yarattığını tarif etmektedir. "Özetle, bir nesnenin formu, güçlerin bir diyagramıdır; bu bakımdan, en azından, o forma bakarak onun üzerinde etki eden veya etki etmiş olan güçler konusunda karar verebilir veya çıkarımda bulunabiliriz (Thompson, 1968)."

Bilgisayımalsal zamanların öncesine bakıldığında, on dokuzuncu yüzyılın sonları civarında, avangard tasarımcılar ve düşünürler zamanlarının tarihselci akımlarını sorgulamaya başlar, zira hem teknolojik evrimi hem de sosyal yapıyı yansıtmakta başarısız olması nedeniyle çağdışı olduğunu düşündüler; bu akımlar zamanın ruhuna karşılık gelmiyordu. Bireysel zevkin ve tarihsel stillerin sadece çoğaltılmasının yerini alacak evrensel tasarım ilkeleri aramaya başladılar. Bunu yapma sürecinde dikkatleri daha çok doğa ve bilimden gelen örneklerle yöneldi. Alman biyolog Ernst Haeckel'in Doğanın Sanatsal Biçimleri (*Kunstformen der Natur*) (1904) isimli kitabı birçok tasarımcı üzerinde önemli bir etkiye sahipti (Ağkathidis, 2015).



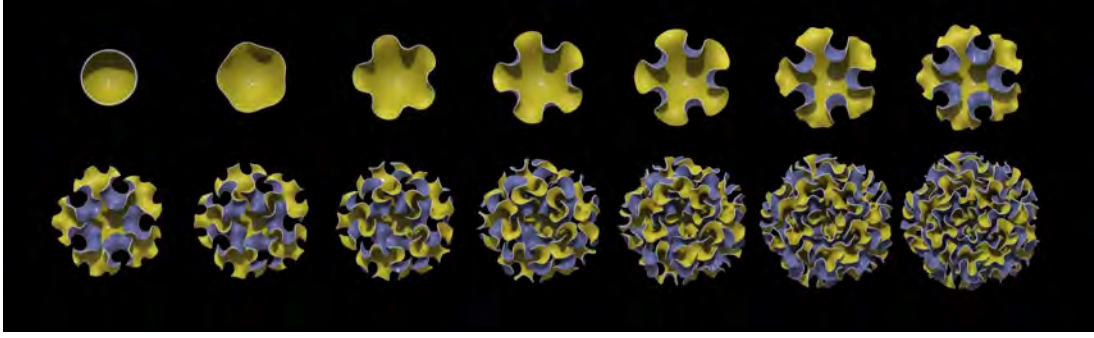
Görsel 42. Ernst Haeckel'in Doğanın Sanatsal Biçimleri (1904) adlı eserinden çizimleri.

Celestine Soddu (1994) için jeneratif tasarım; algoritmik yapıları kullanan morfo-genetik süreçlerdir ve söz konusunu algoritmik yapılar doğadaki gibi bir fikir-kodu ile üreten, sonu olmayan ve doğrusal olmayan sistemlerdir, tekrar edilemez ve özgün sonuçlar üretirler. Aslında, jeneratif tasarım ve dijital morfogenezi nosyonları güçlü bir şekilde ilişkilidir. “Morfogenezi” terimi Yunan kelimeleri morphe (μορφή, yani “form”) ve genesis (γένεσις, yani ‘doğum’) kelimelerinden gelmektedir, bu yüzden “formun doğuşu” olarak tercüme edilebilir. “Jeneratif tasarım” teriminde olduğu gibi, morfogenezi için de özgün bir tanım yoktur ve terminolojinin ortaya çıkan teknolojiler ve tekniklere göre değiştiği gözükmemektedir (Soddu, 1994).

Branko Kolarevic dijital morfogenezi şu şekilde tarif etmektedir: “Tasarım ve temsil arasındaki tahmin edilebilir ilişkiler, bilgisayarlı olarak üretilen karmaşıklığın lehine terk edilir.” Tutarlı, sürekli ve dinamik dönüşüm kapasitesine sahip tasarım modelleri, geleneksel süreçlerin statik normlarının yerini almaktadır. Karmaşık (*complex*) eğrilerden oluşan geometriler, Öklid geometrisinin düzlemsel şekilleri, silindirik, küresel ve konik biçimleri ile aynı kolaylıkta üretilmektedir (Kolarevic, 2003).

Michael Hensel dijital morfogenezi “yaşayan organizmaların gelişiminin arka planında yer alan, tasarımın kendisinden öğrenebileceği bir kendi kendini organize etme süreci” olarak tanımlamaktadır (Hensel, Menges, & Weinstock, 2006).

Doğal morfogenezi bir evrimsel gelişim ve büyüme süreci olup, sistemin özünde yer alan kapasiteler ve harici çevresel güçlerin etkileşimi yoluyla bir organizmanın şeklini geliştirmesine neden olmaktadır (Österlund, 2010). Doğal organizmalar evrim yoluyla oluşmaktadır, bu sayısız nesillerce süren mutasyonu ve genetik seçilimi gerektirmektedir. Bir organizmanın DNA’sı, büyümelerini kontrol eden kodlanmış diziyi tutmaktadır. Genel bir kural olarak, doğa işleri mümkün olduğu kadar basit bir şekilde yapmaya çalışmaktadır. Mekanik sistemleri başlangıçta anlaşıl-maz düzeyde karmaşık gözükabilir, ancak arka planında çok basit algoritmalar kümesi yer almaktadır (Menges & Hensel, 2008). Tasarımımızda kullanabileceğimiz ortaya çıkan algoritmaların birçoğu bu doğal süreçlere dayanmaktadır. Terzidis, süreçlerin insan müdahaleleri olarak değil insan keşifleri olarak görülmesi gerektiğini belirtmektedir. Genetik algoritmaları, hücresel otonom ve voronoi-diagramları doğanın ustalığının tasarımımızda kullandığımız birkaç örneğidir (Terzidis, 2006).



Görsel 43. Dijital morfogenez ile tasarlanan üç boyutlu (3D) formun büyüme sürecinin aşamaları.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

Genetik algoritmaların arka planında yer alan fikirlere yönelik ilk değerlendirmeler, Holland'ın 1960'ların başındaki makalelerinde yer alır. Bu makalelerde Holland, adaptif sistemlerin arka planındaki ilkeleri anlamak için geniş ve iddialı bir gündem belirlemektedir; bu sistemler, faaliyet göstermeleri gereken ortamlarla etkileşimlerine cevap olarak kendi kendilerini modifiye etme kapasitesine sahiptirler. Adaptif sistemlere ilişkin böyle bir teori, doğal sistemlerde gözüktükleri şekilde adaptasyonun karmaşık (*complex*) formlarının anlaşılmasını ve bizim sağlam adaptif eserler tasarlama kabiliyetimizi kolaylaştıracaktır (De Jong, Schwefel, & Fogel, 1997).

Doğal veya dijital olsun, morfogenez sırasında form sürekli bir değişim durumundadır. İster büyüme yoluyla ister çevresel faktörler yoluyla olsun, her an yapı ve kompozisyon bakımından farklıdır. Bu nedenle, her bir tek an kendi kompozisyonu itibarıyla bir sonraki an kadar anlamlı ve güzeldir. Bir tamamlanma anından söz edemeyiz. Doğa hiçbir zaman tamam olmadığı gibi, hiçbir zaman tam olarak aynı da değildir. Doğanın çalışma yoluna dayalı olarak, doğanın yöntemlerinin simülasyonu ile ulaşacağımız sonuç, memnun olduğumuz bir ana dair seçimimize dayanmaktadır. Tasarımda bu yöntemleri kullanarak, mükemmelliğe ulaşacak şekilde optimize edilmiş ve “bitirilmiş” ürün bekleyemeyiz, ancak evrimsel geçmişinde sadece bir “an” olacak bir form elde edebiliriz (Österlund, 2010).

Her ne kadar Goethe ve D'Arcy Thompson formun ifadesini etkileyen dönüşümsel kanunların anlaşılmasına katkı sağlamış olsa da biyolojik formasyonun tam bilgisi, genetiğin keşiflerine kadar mevcut olmamıştır. Morfogenez ve evrim doğal sistemlerin oluşumu ve işleyişinin kapsamlı ve girift bir kavrayışını sağlamaktadır. Tasarım uygulaması bakımından bu kombinasyonun öngördüğü durum, bilgisayarlı

tasarımın, formun oluşum sürecine ilişkin dahili ve harici güçlerin etkileşiminden tetiklenen bir dizi talimat olarak geliştirilebileceğidir (Menges & Ahlquist, 2011).



Görsel 44. Dijital morfogenez ile tasarlanan üç boyutlu (3D) formun büyüme sürecinin aşamaları.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

4.1.1. Ortaya Çıkış (*Emergence*)

Morfogenez ve evrim teorisi uzun zaman bilgisayar tabanlı tasarımlar için bir ilham kaynağı sağlamış, genetik kod yerine parametrik komut dizisi ve harici – çevresel kuvvetlere maruz kalan fenotiplerin varyasyonları yerine komut dizisinin farklı materyal olaylara örneklenmesi söz konusu olmuştur. “Ortaya çıkma” (*emergence*)

terimi sistem teorisinden kaynaklanmakta olup, parçalarının toplamından türetilmeyecek olan bir sistemin özelliklerini tanımlamaktadır. Genellikle, karmaşıklık (complexity) teorisi, doğrusal olmayan davranışların çalışılması ve kendi kendine organize olan sistemler ile ilişkilendirilmiş bir kavramdır. Dijital tasarım teorisi tarihinde, bu argümanlar bazen dijitalliğin romantik, spiritüalistik ve anti-teknolojik yorumlamaları olarak görülmüş olsa da çağımızın evrim ve teknoloji arasındaki ilişkiyi deşifre eden yeni algısı artık bu karşı bakış açılarını çürütmüştür (Hensel, Menges, & Weinstock, 2004).

Ortaya çıkış (*emergence*) hem doğal sistemlerin nasıl kendilerini evrimleştirdikleri ve sürdürdüklerine ilişkin bir açıklamadır hem de formları, karmaşık (*complex*) davranışı ve belki de gerçek zekayı üretecek şekilde tasarlanmış olan yapay sistemlerin yaratılması için bir model ve süreç setidir. Ortaya çıkışın tasarım disiplinleri üzerindeki etkisi önemli bir potansiyele sahiptir; yeni paradigmaya ve onun evrimsel ve morfogenez tekniklerine doğru önemli bir kayma halihazırda devam etmektedir.

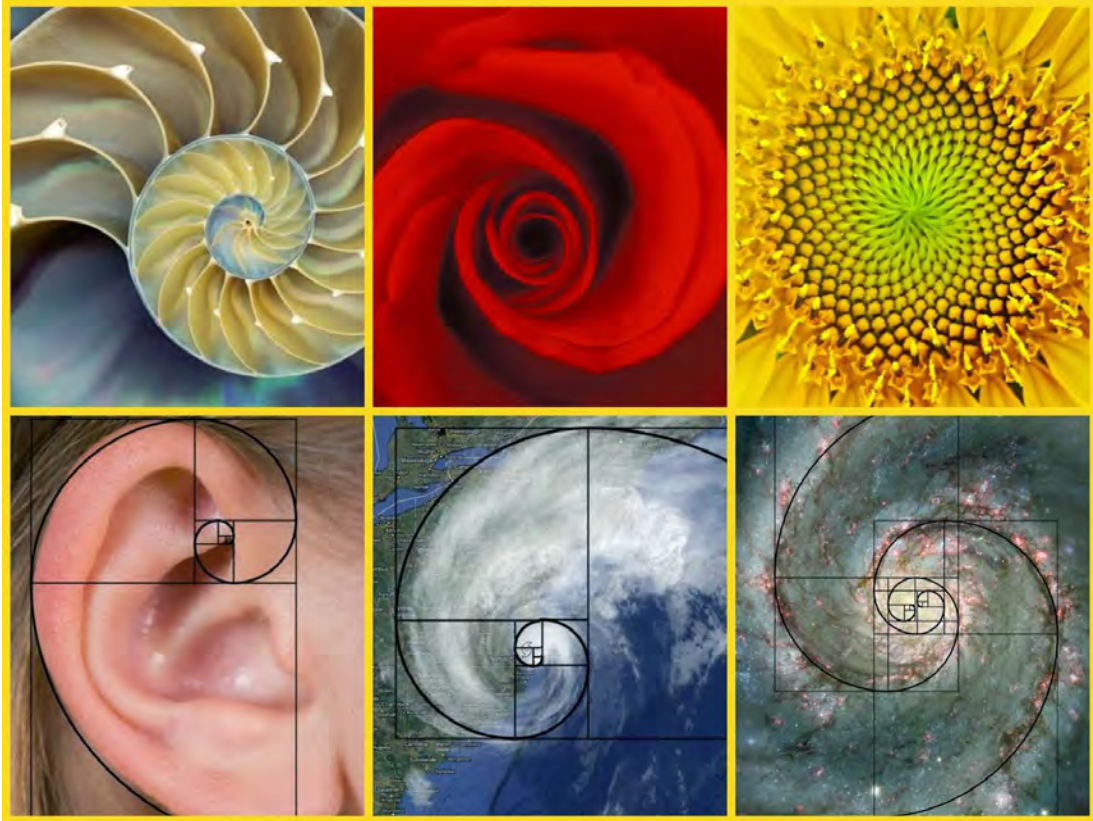
Ortaya çıkma teknikleri ve süreçleri yoğun bir şekilde matematikselidir ve karmaşık (*complex*) formlar veya davranışların analizi ve üretiminin temel olduğu diğer alanlara da yayılmıştır. “Morfogenez ve Ortaya Çıkışın Matematiği” (*Morphogenesis and the Mathematics of Emergence*) kitabında Michael Weinstock kavramların kökenlerini izlemekte, doğada ve bilgisayarlı ortamlarda yeni ortaya çıkan formlar ve davranışları üreten süreçlerin matematiksel temelini değerlendirmektedir. Matematiksel modeller bilgisayarlı ortamlarımız dahilinde morfogenetik süreçlerde tasarımları üretmek ve formlar ve yapıları evrimleştirmek için kullanılabilir (Hensel, Menges, & Weinstock, 2004).

4.2. Doğadaki Formlar ve Örüntüler

Doğadaki örüntüler, desenler, doğal Dünya’da bulunan formun görülebilir düzenlilikleridir. Bu örüntüler farklı bağlamlarda yeniden oluşmaktadır ve bazen matematiksel olarak modellenebilmektedir. Doğal örüntüler simetrileri, ağaçları, spiralleri, labirentleri, dalgaları, köpükleri, dizileri, çatlakları ve şeritleri içermektedir (Stevens, 1974).

Erken dönem Yunan filozofları doğadaki düzeni açıklamaya çalışmışlardır. Plato (c 427 – c 347 BC) —doğal yapılara ilişkin çalışmasına bakıldığında — “evrenselle- rin” var olduğunu öne sürmüştür. Plato, bunların ideal formlardan (eidos: form) oluştuğunu, fiziksel nesnelerin bu evrensellerin noksan kopyalarından daha fazlası olmadığını ifade etmiştir. Bu nedenle, bir çiçek kabaca dairesel olabilir, ancak hiç- bir zaman mükemmel bir matematiksel daire değildir. Pisagor doğada bulunan müzik armonileri gibi yapıların sayıdan ortaya çıktığını açıklamış ve bunun varolu- şun temel yapı taşı olduğunu düşünmüştür. Empedokles organizmaların yapısı için bir bakıma Darwin’in evrimsel açıklamasının öncülüğünü yapmıştır.

1202 yılında, Leonardo Fibonnaci (1170 – 1250), Liber Abaci kitabıyla batı Dün- ya’sına Fibonacci sayı dizisini sunmuştur. 1917 yılında D’Arcy Wentworth Thomp- son (1860 – 1948) Büyüme ve Form Üzerine isimli kitabını yayınlamıştır. Bitkilerin spiral büyüme yapılarındaki matematiksel ilişkileri yaprak diziliş sistemi ve Fibo- nacci dizisi ile tanımlamıştır. Basit denklemlerin, hayvan boynuzları ve yumuşakça- ların kabuklarının karmaşık spiral büyüme yapılarını açıkça tarif edebildiğini gös- termiştir.



Görsel 45. Fibonacci sayı dizisi ile oluşan ve evrensel ölçekte gözlemlenen altın oran örnekleri.

Belçikalı fizikçi Joseph Plateau (1801 – 1883) belli bir sınıra sahip minimal bir yüzeyin mevcudiyetini matematiksel olarak formüle etmiştir. Yoğun olarak sabun köpüğündeki baloncukların oluşumlarını çalışmış ve bu yapıları tarif eden Plateau kanunlarını formüle etmiştir.

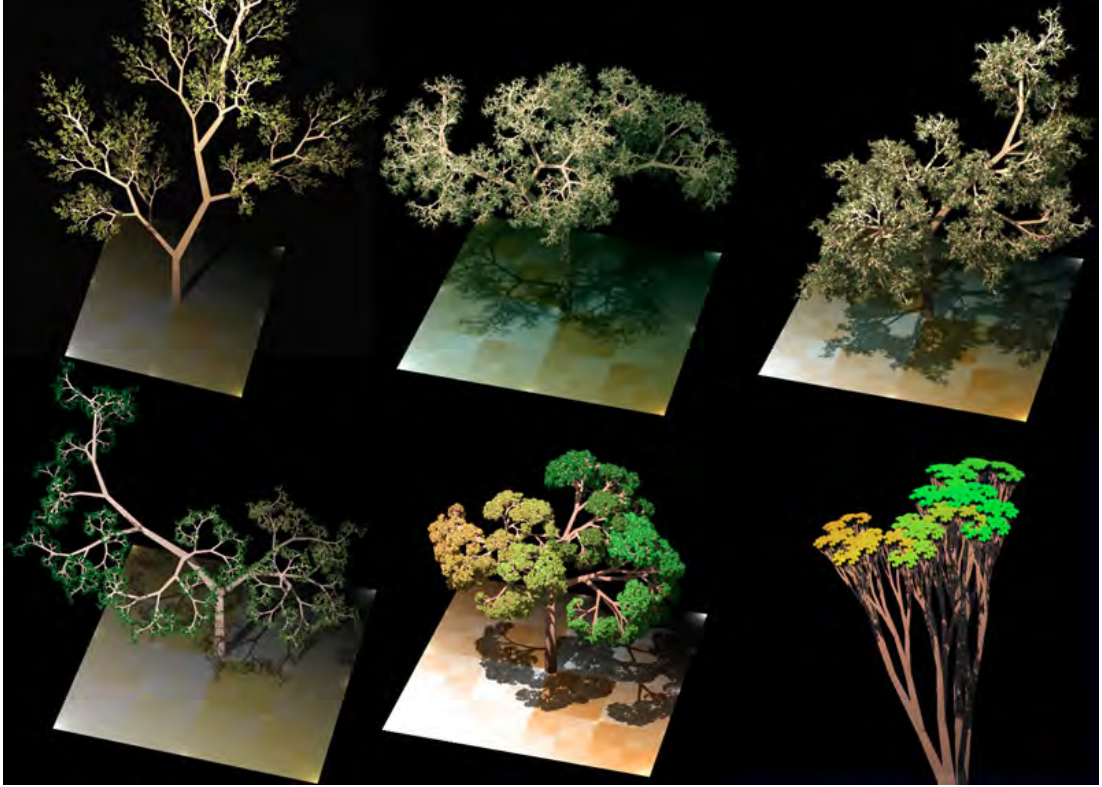
Erns Haeckel (1834 – 1919) deniz organizmalarının, özellikle Radiolaria'nın ayrıntılı resimlerini çizmiş ve evrimin faux-Darvinci teorilerini destekleyecek simetrilerini vurgulamıştır. Amerikalı fotoğrafçı Wilson Bentley (1865 – 1931) 1885 yılında bir kar tanesinin ilk mikrografını çekmiştir.

1952 yılında, bilgisayarım ve kod kırmaya ilişkin çalışmaları ile bilinen Alan Turing (1912 – 1954) morfogenez isimli süreçte canlı organizmalarında yapıları yaratmak için gerekli olabilecek mekanizmaların bir analizi olan Morfogenezin Kimyasal Temeli (*The Chemical Basis of Morphogenesis*) makalesini yazmıştır. Salınımlı kimyasal reaksiyonları, özellikle Belousov-Zhabotinsky reaksiyonunu öngörmüştür. Bu aktivatör – inhibitör mekanizmaları Turing'e göre hayvanlardaki deri desenlerini yaratmaktadır.

1968 yılında, Macar teorik biyolog Aristid Lindenmayer (1925 – 1989), bitki büyüme yapılarını fraktallar biçiminde modellemek için kullanılabilecek biçimsel bir gramer olan L-sistem (*L-system*) geliştirmiştir. L-sistemi daha büyük sembol dizileri inşa etmek için üretim kurallarını kullanarak bir araya getirilebilecek sembollerin bir alfabesine ve üretilen dizilerin geometrik yapılara dönüştürülmesi için bir mekanizmaya sahiptir. 1975 yılında, Gottfried Leibniz, Georg Cantor, Helge von Koch, Waclaw Sierpiński ve diğerleri tarafından desenlerin matematiğinin yavaş gelişimi ile geçen yüz yıllardan sonra, Benoit Mandelbrot "Britanya Kıyısı Ne Kadar Uzunluğundadır? İstatistiksel Öz-Benzerlik ve Fraksiyonel Boyut" isimli meşhur makalesini yazmış ve matematikteki fraktal konseptini tanıtmıştır.

Doğal geometri en az üç farklı tipte yaklaşımla çalışılmıştır: büyüme, özdeşlik ve minimal envanter /maksimum çeşitlilik. Hem Blackwood hem de Pearce araştırmalarını sadece yaşayan yapıların geometrik niteliğine odaklanmaktadır: birincisi simetrinin irdelenmesi ve ikincisi de morfolojik özelliktir. Referansta bulundukları tüm diğer özellikler bunlara tamamlayıcıdır. Aynı durum Thompson için de geçerlidir ve sadece allometriye, yani büyüme ve evrim süreci boyunca formların orantısal ilişkisine odaklanmaktadır. Alexander ve Macnab yaşayan yapıların geometrisine

farklı bir şekilde yaklaşmıştır. Onlar, yaşayan yapıların geometrik kimliğini yeniden üretebilmek amacıyla bir dizi özellik aramaktadırlar. İkisinin arasındaki büyük fark Alexander'ın bir şeyin kimliğinin üretilme sürecinden ayırt edilemeyeceğini öne sürerken, Macnab'ın yaşayan yapıların kimliğini bir dizi geometri nitelik seti ilavesi olarak yorumlamasıdır. Yaşayan yapıların kimliğinin geometrik nitelikleri ile tasarım modellerin üretilmesi, aynı geometrik özdeşliğe sahip geniş bir şekiller yelpazesi yaratılmasına izin veren bir üretim sürecini gerektirecektir. Alexander'a göre, yaşam fenomeni bunu yapmaktadır, ancak kimliğinin dayattığı geometrik özellikler sadece büyüme mekanizmaları ile üretilmeleri durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle açıkça görülmektedir ki yaşayan yapıların kimliği ile modeller üretmek için tasarım süreçlerinin ödünç alınabilmesi için, doğadaki büyüme sürecinin özünde yer alan geometrik özellikleri göz önünde bulundurmalıdır (Gago & Romão, 2015).



Görsel 46. Lindmayer'in L-sistemi ile tasarlanmış üç boyutlu (3D) alogirtmik ağaçlar.
<https://en.wikipedia.org/wiki/L-system>

4.3. Algoritmik Biyomimikri

Tasarım disiplinlerinin yeni faaliyet alanında çözmesi gereken bir sorun vardı. Mekân-zamanı (*uzay-zamanı*) an ve an, mekân ve mekân tasarlamak bilinen eski yöntemlerle mümkün değildir. Bu noktada, bunu 3,8 milyar yıldır başarıyla yapan doğa yegâne kılavuz olarak belirlemektedir. Doğa mekân-zamanı nasıl tasarlar? Doğa büyütür. Form büyütmek öncelikle doğanın mesleğidir. Doğa, bünyesindeki formlarını ve yüzey desenlerini yoktan büyüterek var eder. Endüstri 4.0 çağı ile tasarım disiplinlerinde gözlemlenen değişimlerden biri inşa edilen ve montajlanan formlardan büyüyen formlara olan dönüşümdür.

Büyüme bir süreçtir: evrimdir. Büyümenin her aşamasında oluşan deneyim bir sonraki aşamaya aktarılır; eklenerek artan bir deneyim zenginliği vardır. Büyüme sürecinden geçen tasarım olgunlaşmaktadır. Bir birikimin doğrultusunda şekil almaktadır. Büyümenin her bir aşaması, bin önceki evresinin sonucu olduğundan plansız, amaçsız ve öylesine olan bir karara yer yoktur.

Biyomimikri, doğanın milyarlarca yıllık zaman içinde kendini kanıtlamış olan modellerini ve stratejilerini örnek alarak insanın zorluklarına sürdürülebilir çözümler arayan bir yaklaşımdır. Algoritmik biyomimikri, daha derin bir yaklaşım olarak, tasarım problemlerini çözmek üzere doğayı anlamak ve doğadan yararlanmak için doğal fenomenleri dijital atmosferde simüle etmektedir.

“Doğadan yöntem ödünç alma ve doğa gibi tasarlama” aynı zamanda doğanın karmaşıklığının insan tasarımlarına nüfuz etmesi demektir. Bu karmaşıklık (complexity) doğaya olan hayranlığımızın altına yatan sebeptir. Karmaşık (*complex*) tanımı doğa için kullanıldığında çok fazla kavramı içerir. Bu kavramların öne çıkanları; sürdürülebilirlik, iç denge, görsel dil birliği, güzellik, estetik, alan yönetimi, optimizasyon, çeşitlilik, zıtlık ve bütün bunların arasında akışkan bir dönüşüm ve harmonidir. Algoritmik biyomimikri, bu harmoniyi insan tasarımı olan karmaşık kompozisyonlarda elde edebilmenin yöntemi olarak belirlemektedir.

Bu noktada Heidegger’in konuya dair çözümlemesi yerini bulmaktadır. Meydana getirmek, doğurmak veya üretmek anlamına gelir. Ancak Heidegger, meydana getirmenin iki profilini karakterize eder. Heidegger, sanatçının veya zanaatkârın, bir varlığı meydana getirme sürecinde yaptıklarını ‘poiesis’ olduğu kanısındadır.

Buna alternatif olarak, “tomurcuğun kendi içerisinde patlayarak çiçek açması” gibi, doğada varolanın meydana gelme prensibi ‘physis’tir. Bir şeyin kendisinden zuhur etmesi demem olan physis, poiesis yani bir meydana geliştire. Physis aslında en yüksek derecede poiesis’tir diyerek kavramları birbirinden ayırır. Heidegger’e göre teknoloji de bir açığa çıkarma şeklidir. Teknoloji varoluşsal bir amaç içerir (Artut, 2014).

Yeni çağın insanı, teknolojinin varoluşsal fitratı ile tarihte emsali olmayan bir bilinç seviyesiyle bütünleşmekte ve teknoloji aracılığıyla doğa gibi yoktan büyötmeye, yani poiesis’in en yüksek derecesi olan physis evresine yükselmektedir.

Bu tez, insanın yaşadığı bu fenomenal dönüşümün teorik ve pratik çatısını ‘algoritmik biyomimikri’ terimi ile tanımlamaktadır. Yarım asırdan fazla süredir süregelen dijital morfogeneze çalışmalarının oluşturduğu birikimi, Endüstri 4.0 çağının bilgisayarlı tasarım algısı ve özü doğadan öğrenme olan biyomimikri yaklaşımı ile güncelleyerek, yeni bir kavram olan algoritmik biyomimikri terimini önermektedir.

Endüstri 4.0 çağının bilgisayarlı tasarım düşüncesiyle biyomimikri yöntemine yaklaştığımızda, teknik dil olarak algoritmalarla yararlanan yeni bir yaklaşımdan; algoritmik biyomimikriden söz edebiliriz. Algoritmaların yardımı ile, biyomimikri yöntemi kapsamında, doğanın yaratım süreçlerini dijital tasarım olanakları ile dijital atmosferde simüle ederek insanın sorunlarını çözmek ve ona ürün ve hizmet geliştirmek için kullanmak, algoritmik biyomimikrinin tanımı olarak kabul edilebilir.

Doğada gözlemlenen fenomenleri; yaratım süreçlerini, dikkatle çözümleyerek, algoritmalar ile ifade edebiliriz. Bunun başarılması, bu fenomenal süreci yeni bir tasarım aracı olarak edindiğimiz anlamına gelmektedir. Doğadan ödünç aldığımız yeni tasarım aracını dijital atmosferde kendi kontrolümüz altında çalıştırabiliriz. Dijital atmosfer, homo deus’a evrilme yolunda mesafe almamızı sağlayan bir deney laboratuvarı, bir oyun alanı haline gelir.

Bu yeni edindiğimiz tasarım aracı: bilgisayarlı, parametrik ve jeneratiftir. Bu noktada ise hiper-gerçekçilik kavramı önemli bir rol oynamaya başlar. Doğadan ödünç aldığımız fenomenleri dijital atmosferde canlandırırken, sürecin parametrik değerleri ile güvenli deneyler yapabilir, hatta aşırı uçlarına kadar zorlayabiliriz. Bu şekilde hiper-gerçekliği elde ederiz.

Somut bir örnek olarak: dijital atmosferde bir tornado süreci tasarımı ile şekillendireceğimiz kum tepeleri için, tornadonun hızını saatte 10.000 kilometre gibi yüksek bir parametre, anafor yarı çapını ise 5 metre gibi çok düşük bir parametre olarak belirleyebiliriz. Bu hiper-gerçekçiliğin gücüdür; fiziksel Dünya koşulları için mümkün olmayabilir ama yine de tornadonun fenomenal karakterini barındırır.

Tezin birinci bölümünde de belirttiğimiz üzere, dijital atmosferdeki yaşamın fenomenlerinin fiziksel doğadan öykünmelerinin bir önemi vardır; insan türü de doğadaki yaşam modelinin bir parçası olduğu için, ancak doğanın yaratım dili ile tasarlanmış olanı okuyabilir ve anlamlandırabilir. İnsan tarafından algılanabilecek ve okunurluğu olacak yeni bir gerçeklik seviyesi ancak doğanın yaratım dili ile tasarlanabilir.

Hiper-gerçeklik ise, bu gerçekliğin dışına çıkmadan, aynı yaratım dili ile, alternatif oluşlar yaratılmasına izin vermektedir. Bu insanın önümüzdeki yakın gelecekte deneyimleyeceği dijital atmosfere dair yaşamlar için bir mucize demektir.

Doğadan çözümlenen çok sayıda fenomenal algoritma hali hazırda mevcuttur ve zaman içinde yenileri de eklenmektedir.

DOĞAL FENOMEN	KAYNAK
Kıyı Şeritleri	Mandelbrot Feder
Galaksiler	Mandelbrot
Esnek kırılma çatlakları	Louis et al.
Katı kırılma çatlakları	Skejltorp
Geometrik kaya örüntüleri	Campbel
Odunsu bitki ve ağaçlar	Morse et al.
Dalgalar	Wener
Bulutlar	Lovejoy
Deniz anemoni	Burrough
Kar taneleri	Nittman et. al.
Retinal kan damarları	Family et. al.
Bakteriyel büyüme örüntüleri	Matsushita et al.
Elektrik akımları	Niemyer et al.
Mineral örüntüleri	Chopard et al.

Görsel 47. Bazı doğal fenomenler ve onların algoritmik – matematiksel çözümlemelerini yapan akademik kaynaklar (Casas, 2013).

Örnek olarak, Peter Pearce'ın tasarım stratejisi olarak yararlanılması için doğada incelediği çok sayıda yapı vardır ve günümüzdeki algoritmik çözümlemelere kay-

nak havuzu oluşturmaktadır. Bunlardan bir tanesi kar tanesinin oluşumu sürecinin ve barındığı yapısal üstünlüklerin çözümlenmesidir. Kar tanesi doğadaki minimum envanter / maksimum çeşitlilik ilkesinin en grafiksel örneğidir. Aslında bu, fiziko-geometrik ifadenin bir arketipi olarak değerlendirilebilir. Tüm düzlemsel kar kristalleri, altı köşeli yıldız benzeri biçimlere sahiptir. Daha spesifik olarak, bir düzenli altıgenin simetrisine sahiptir. Ancak, bu altı katlı biçimde, hiçbir iki kar tanesinin tamamen birbiri ile aynı olduğu bilinmemektedir. Tamamen altı kenarlı olmakla kalmamakta, aynı zamanda bu simetrik olarak dallanan yapılarda belli açısal ilişkiler meydana gelmektedir. İlginçtir ki her bir bireysel kar tanesi, kendi biçimi dahilinde yüksek derecede bir farklılaşma sergilemektedir. Her bir tek kristalin yüzü boyunca oluşan bu desen farklılığı da minimum envanter / maksimum çeşitlilik ilkesini vurgulamaktadır. Kar tanesinin moleküler yapısı, bu sınırsız çeşitliliğin üretildiği yapı sistemidir. Bu yapı sistemi, formun seçeneklerini yöneten belli fiziksel, geometrik ve kimyasal sabitlerden oluşmaktadır. Kar tanelerinin çeşitliliği; çevresel sıcaklık, nemlilik, rüzgâr hızı ve atmosferik basınç koşulları ile oluştuğu en az enerjili etkileşiminden kaynaklanmaktadır (Pearce, 1978).

4.3.1. Algoritmik Biyomimikri Süreçleri

Bu başlık altında, algoritmaları çözümlenmiş ve yeni nesil, bilgisayarlı, parametrik ve jeneratif bir tasarım aracı haline dönmüş bazı fenomenler incelenecektir.

4.3.1.1. Diferansiyel Büyüme (*Differential Growth*)

Diferansiyel büyüme, farklı yerlerde farklı oranlarda büyüyen bir yüzeyi tarif etmektedir. Biyolojik sistemler, bir yüzeyin fiziksel özelliklerinin etkileşiminden ve zaman içinde büyüme oranlarının basit kontrollerinden karmaşık formlar oluşturabilir. Işığa doğru büyüyen bitki tropizmi ve yüzeyin bir tarafında diğer tarafa göre daha hızlı genişleme örnek olarak verilebilir. Diferansiyel büyümenin algoritmik incelemesi ilhamını L. Mahadevan'ın araştırmasından almakta olup, söz konusu araştırma, sınırlarına doğru daha hızlı büyüyen bir yüzeyin modellenmesi ile yaprakların buruşması ve çiçeklerin açmasını tarif etmektedir (Rosenkrantz & Louis-Rosenberg, 2014).



Görsel 48. Doğadaki diferansiyel büyüme örnekleri.

<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

Bir organizma tek bir hücreden nasıl karmaşık farklılaşmış bir yapıya ulaşmaktadır? Eğer tek bir hücre tekbiçim (*uniformly*) olarak bölünerek büyüseydi, buruşmuş küçük yuvarlak bir kütle olarak sonuçlanırdı. Ancak, dikkatli bir şekilde koordine edilen alt-bölüme ayrılma ve diferansiyel büyüme ile biyolojik sistemler spesifik, çoğaltılabilir biçimler ve fonksiyonlara sahip yapıları üretmektedir. Büyüme tekbiçim değildir, aksine farklılaşmıştır.

Basitçe ifade etmek gerekirse, bazı alanlar diğerlerine göre daha fazla büyümektedir ve bu da makroskobik şeklin oluşmasına neden olmaktadır. Bu şekiller, arka planda yer alan hücresel büyüme süreçleri ve materyallerin kendilerinin mekanik özellikleri arasındaki karşılıklı etkileşimden kaynaklanmaktadır.

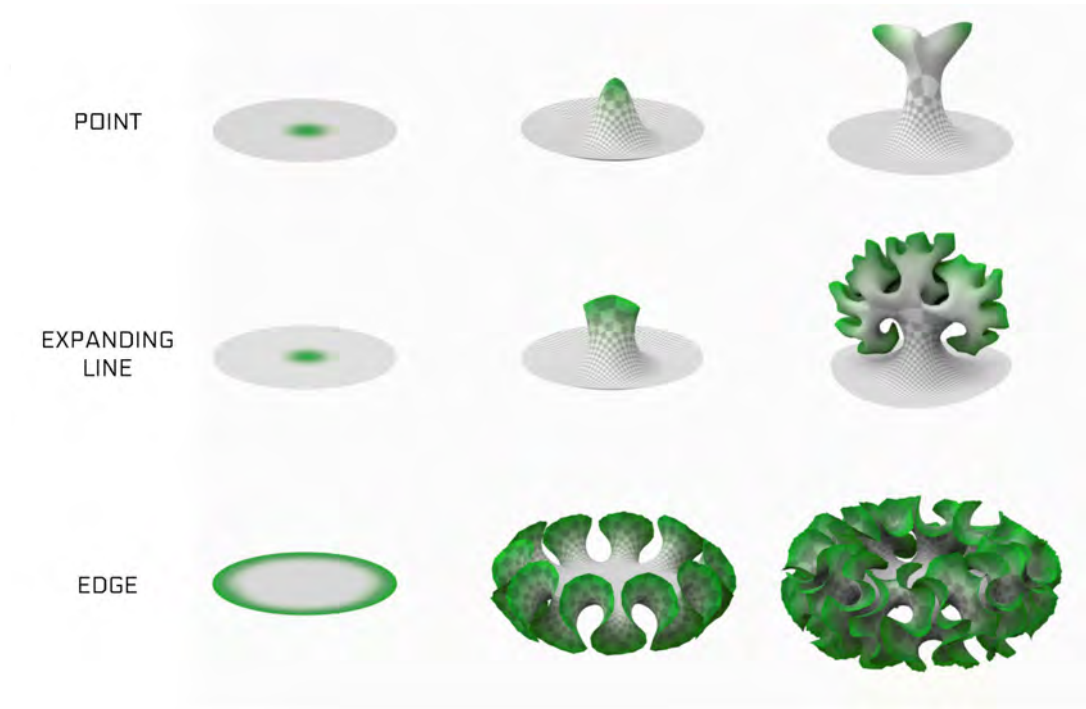
Bitki tropizmleri, bu sürecin doğrudan gözlemleyebileceğiniz bir örneğidir. Tropizmler, yönlendirmeli uyarılara verilen yönelimli cevaplardır. Bir bitki, gövdesinde yer alan ve gölgede bulunan hücrelerini uzatarak ışığa doğru bükülebilir, buna fototropizm denir, yeya asmalar dokunmaya cevap vererek diğer bitkinin etrafında tutunabilir ve ona sarılabilir, buna tigmotropizm denir.

Diferansiyel Büyümenin Simülasyonu

Diferansiyel büyüme simülasyonu iki bölümden oluşmaktadır: bir ince kabuk yüzeyi modeli ve bir büyüme formu. Yüzey, bir dizi ayırık üçgen seti olarak modellenmektedir. Yüzeydeki elastik güçler iki bölüme ayrılmaktadır: gerdirme güçleri ve bükme güçleri. Gerdirme güçleri her bir üçgen üzerinde hesaplanmaktadır ve üç-

geni rahat şekline doğru hareket ettirmektedir. Bükme güçleri komşu üçgenler arasında hesaplanmaktadır ve rahat açığa doğru hareket etmektedir. Her zaman adımı, tüm üçgenlerden gelen güçler birbirine eklenmekte ve zaman içinde bütünleştirilmektedir.

Büyüme, zaman içinde üçgenlerin rahat şeklinin genişletilmesi ile modellenmektedir. Büyüme oranları, yüzey özelliklerinden jeodezik mesafelerle farklılaşmaktadır. Bu özellikler yüzeyin kenarı, bir nokta veya bir çizgi olabilir. Farklı özellikler, dallardan dalgalara kadar çarpıcı derecede farklı yapıların oluşması ile sonuçlanmaktadır.



Görsel 49. Doğadaki diferansiyel büyüme sürecinin algoritmik biyomimikri yöntemi ile dijital ortamdaki simülasyonunun büyüme aşamaları.

<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

4.3.1.2. Yaprak Damarlanması (*Leaf Venation*)

Yaprak damarlarının nasıl oluştuğunun anlaşılması aktif bir araştırma alanıdır. Auxin flux kanalizasyonu, yaprak damarlanmasına ilişkin önde gelen hipotezdir. Bu teori, damarların gelişimini, büyüme hormonu auxin'in mevcudiyetine bağlamaktadır. Auxin bir yaprağın büyüme sınırında üretilmekte ve yaprağından sınırından gövdeye doğru akmaktadır (Rosenkrantz & Louis-Rosenberg, 2014).

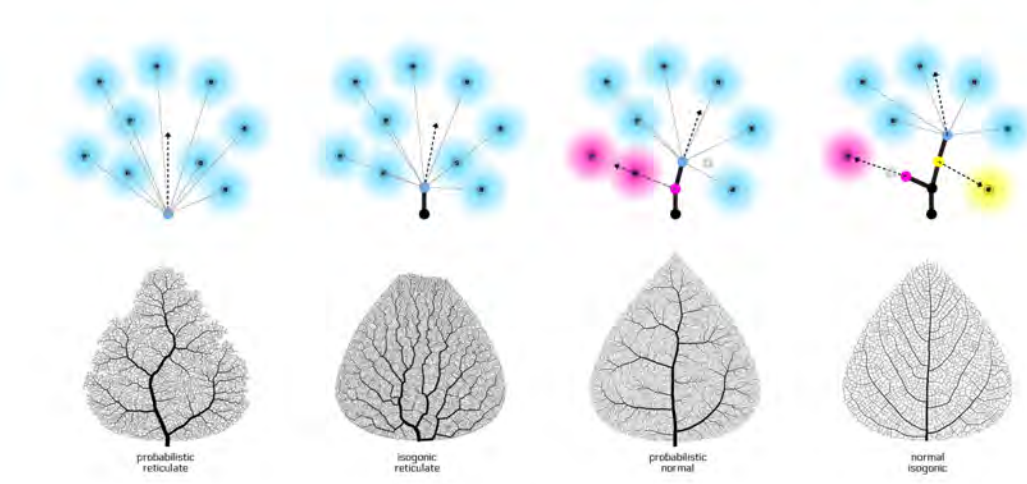
Yaprak hücreesindeki proteinler auxin'i hücrelere çekmektedir ve yüksek auxin konsantrasyonuna sahip hücreler, daha fazla auxin çekme konusunda daha fazla yatkınlığa sahiptir. Bu geri besleme mekanizması auxin'in daha önce akmış olduğu yere akışını daha muhtemel hale getirmektedir. Daha yüksek auxin konsantrasyonuna sahip hücreler nihai olarak damarlı bir yapıya doğru farklılaşmaktadır.



Görsel 50. Doğadaki yaprak damarlanması örnekleri.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

Yaprak Damarlanmasının Simülasyonu

Simülasyon, dijital hormon kaynaklarının olduğu bir ortamda izole edilmiş kök damarları ile başlamaktadır. Damarlar kademeli olarak köklerden ortaya çıkmakta ve hormon yakındaki damarlara aktıkça alanı kolonileştirmektedir. Farklı yönlerden olan akışlar bir araya geldikçe dallanmakta ve büyüme bireysel hormon kaynaklarını çevreledikçe birleşmektedir. Her bir kaynak alınana kadar büyüme devam etmektedir. Sonuçta hem hiyerarşik hem de rizomatik olan bir boşluk dolduran ağ ortaya çıkmaktadır.



Görsel 51. Doğadaki yaprak damarlanması fenomeninin algoritmik biyomimikri yöntemi ile dijital platformda canlandırılması ve elde edilen morfojenetik çeşitlilik.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

4.3.1.3. Laplasyan Büyüme (*Laplacian Growth*)

Doğada bulunan yıldırımlardan kristallere ve mercanlara kadar şaşırtıcı derecede farklı dallanma sergileyen yapılar, Laplasyan büyüme adı verilen ortak bir matematik ilkedен ortaya çıkmaktadır. Laplasyan büyüme, bir laplasyan alanın eğimine orantılı bir oranda genişleyen yapıları tarif etmektedir. Bu tür bir alan “ısı denklemini” takip eden her şeydir ve doğadaki birçok şey bu denklem kullanılarak modellenabilir. Laplasyan alan; yıldırımın oluşumunda elektrik potansiyelidir, buz kristallerinde ısıdır, taşlı mercanlarda besinlerin difüzyonudur. Bu nedenle, bu görünürde ilişkisiz fenomenler bir evrensel tasarımı paylaşmaktadır (Rosenkrantz & Louis-Rosenberg, 2014).

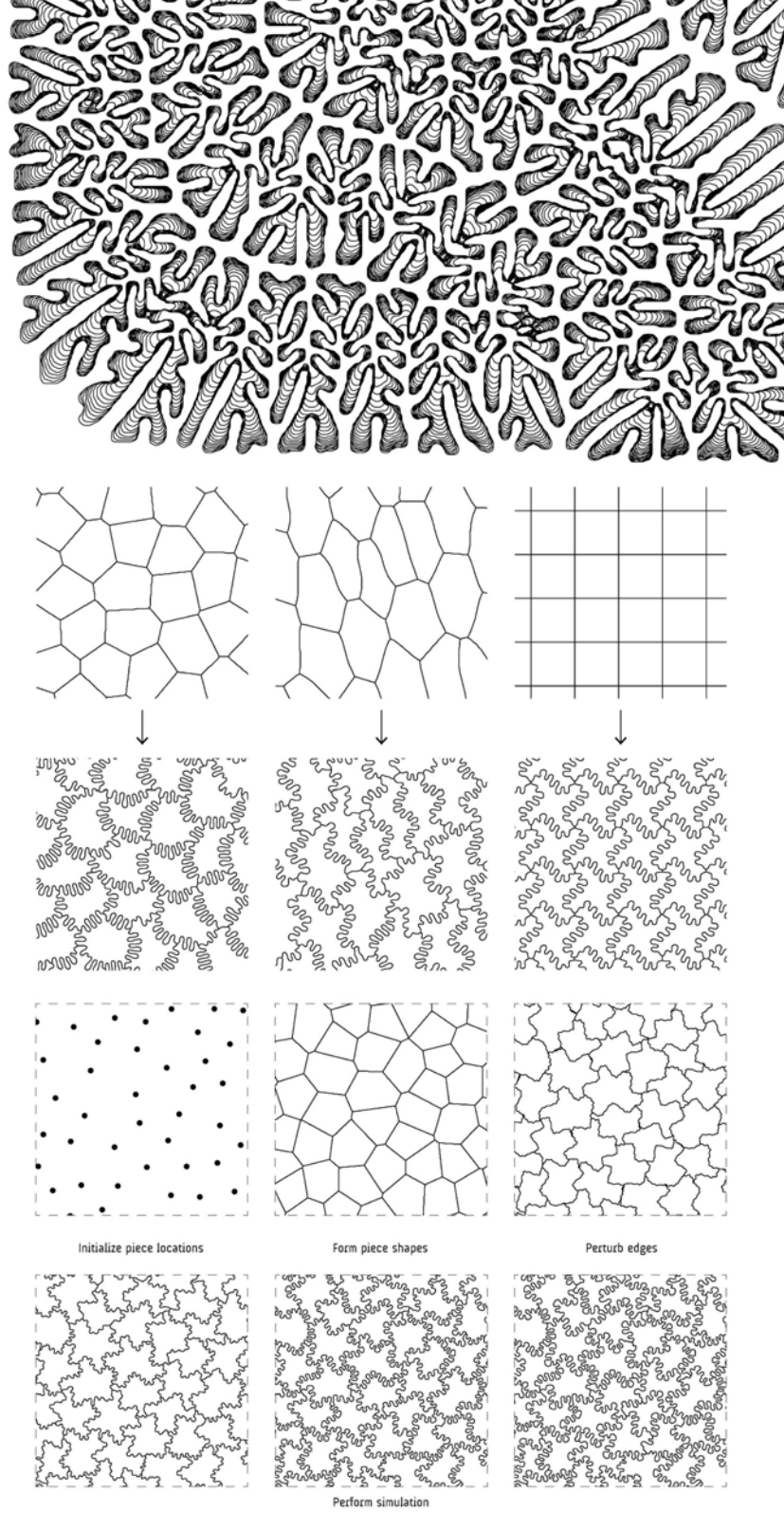


Görsel 52. Doğadaki laplasyan büyüme süreci örnekleri.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

Laplasyan Büyümenin Simülasyonu

Yapbozlar dallanmalı katılaşmaya dayalı bir simülasyonda büyümektedir. Dallanmalı katılaşma, bir süper soğutulmuş solüsyonda dallanan kristallerin oluşmasıdır. Bu model kar tanelerinin oluşum şeklini tarif etmek için kullanılabilir.

Yapboz sisteminde, her bir parça büyüyen ve branşlaşan bir kristale benzemektedir. Ancak, gerçek Dünya'nın aksine, sıvı bir ortama doğru büyüyen katı bir kristal değildir, bunun yerine her bir kristal, diğer büyüyen kristaller ile çevrelenmiş şekilde büyümektedir. Her bir parça kendi madde fazı gibi hareket etmektedir, yani katı veya sıvı yerine, sonsuz fazlar bulunmaktadır ve buna "çoklu faz" modeli adı verilir. Her ne kadar fiziksel olarak imkânsız olsa da, bu, tüm parçaların birbirleri ile kilitlendiği bir yapbozun yaratılmasına izin vermektedir. Her bir yap boz kendine hastır ve her bir parça farklıdır.



Görsel 53. Laplasyan büyüme sürecinin algoritmik biyomimikri yöntemi ile dijital ortamda simülasyonu ve büyüme sürecinin aşamaları.

<https://n-e-r-o-u-s.com>

4.3.1.4. Reaction-Diffusion

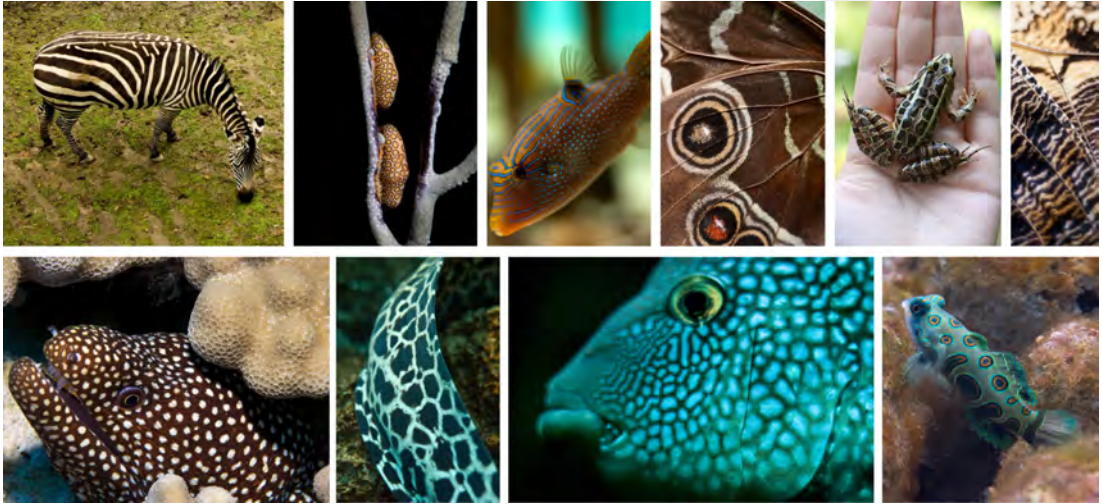
Biyolojik örüntü ve formun kaynağı halen büyük ölçüde bir gizemdir. Aynı hücreler nasıl karmaşık organizmalar oluşturacak şekilde farklılaşmaktadır? Her hayvan nasıl bir özgün desen geliştirmektedir? Alan Turing 1952 yılında Morfogenezin Kimyasal Temeli (*The Chemical Basis of Morphogenesis*) başlıklı makalesinde bu sorulara bir cevap vermeye çalışmıştır. Reaction-Diffusion adı verdiği düşüncesi, hücrelerimizin başlangıçta tekbiçim (*uniform*) ve özdeş birimler olarak nasıl karmaşık yapılara doğru farklılaştığına ilişkin bir açıklama sunmaktadır. Reaction-Diffusion, basit bir kimyasallar sisteminin birbirine dağılarak birbiri ile etkileşim içinde bulunduğu kimyasal bir sinyalleşme sürecidir. Bu sistemler doğru koşullar altında büyük ölçekli yapılar oluşturabilirken, her bir hücre lokal olarak aynı davranışta hareket etmektedir. Reaction-Diffusion, leoparların beneklerinden melek balığının dalgalı şeritlerine kadar birçok hayvan türünün derisi üzerinde bulunan girift desenleri modellemek için kullanılmıştır. Buna ek olarak, kol ve bacaklar gibi birçok biyolojik yapının oluşumu için bir mekanizma olarak önerilmiştir (Rosenkrantz & Louis-Rosenberg, 2014).

Turing, iki maddenin birbirleri ile etkileşim kurduğu ve farklı oranlarda birbirlerine nüfuz ettikleri karmaşık bir sistemin davranışını çalışmıştır. Böyle bir sistemin tekbiçim (*uniform*) başlangıç koşullarından başlayarak dahi stabil periyodik örüntüler oluşturabileceğini matematiksel olarak kanıtlamıştır. RD konusundaki en ilginç gözlemlerden bir tanesi; her bir hücrenin tam olarak aynı eylemi gerçekleştirdiği homojen bir sistemde gerçekleşen bu tek süreçten dahi geniş ölçekli bir yapı ortaya çıkmaktadır.

Reaction-Diffusion (RD) basit kurallar kümesinden ortaya çıkan karmaşık davranışın kanuni bir örneğidir. RD, nüfuz eden veya yayılan bir maddeler kümesini modeller; bu maddeler aynı zamanda yeni maddeler oluşturmak için birbirleri ile reaksiyona girmektedir. Bu basit düşünce, çeşitli biyolojik fenomenler için bir model olarak önerilmiştir. Balıklardan zebralara her hayvan türü derileri ve kabuklarında ilginç renk örüntüleri sergiler ve bunlar davranışlarında önemli roller oynar. Ancak, bu örüntülerin arka planında yer alan neden halen anlaşılmamaktadır. 1952 yılında, Alan Turing sadece bu soruya değil aynı zamanda hücrelerin neden farklılaştığı yönündeki daha genel bir soruya da cevap olarak RD sistemini önermiştir. Bi-

reysel hücreler kendilerini nasıl bir organizmanın daha geniş ölçekli yapısında ve desenlerinde konumlandırmaktadır? Hayvanlarda görülen desenler bir hücreden çok daha geniş bir ölçekte oluşmaktadır, dahası hayvanın vücudunun her bir parçası üzerinde göze çarpan bir öz-benzerlik sergilemektedir.

Balıkların girift ve renkli 2 boyutlu desenleri, canlı olarak Turing dalgalarını gözlemleyebileceğimiz birkaç örnekten biridir. Bazı balıkların deri desenleri büyüdükçe, hatta bazen yetişkinlikte değişmekte, zaman içinde reaction-diffusionunun dinamik yapısının gözlenmesine izin vermektedir. İmparator melek balığı ve zebra balığına ilişkin yapılan bilimsel çalışmalar, reaction-diffusionunun – veya benzer bir matematiksel sürecin – balığın yaşamı boyunca ortaya çıkan desenlerde dramatik değişikliklerden sorumlu olduğu konusunda çarpıcı kanıtlar sunmuştur.



Görsel 54. Doğada gözlemlenen ve Reaksiyon-Difüzyon süreci ile açıklanan deri deseni oluşumları.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

Reaction-Diffusion Simülasyonu

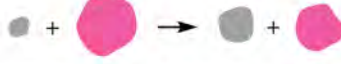
Reaction-Diffusion'ın en ilgi çekici yönlerinden biri, basit kimyasal bir sistem olarak küçük değişikliklerle farklı yapıları nasıl ürettiğidir. Algoritmik reaction-diffusion deneyleri Gray-Scott modelini kullanmaktadır. Bu, genellikle U ve V olarak belirtilen iki kimyasal maddeli bir sistemi tarif etmekte olup, burada U ve V bir reaksiyonda bir araya gelerek daha fazla V oluşturmaktadır. Buna ek olarak, U kimyasalı belli bir oranda üretilirken, V kimyasalı doğal olarak sabit bir oranda bozunmaktadır. Bu üretim ve bozunma oranlarının değiştirilmesi noktalar, çizgiler, delikler ve spirallerden oluşan desenleri sonuç vermektedir.

DIFFUSION



MOLECULES NATURALLY SPREAD TO AREAS OF LESS DENSITY

REACTION

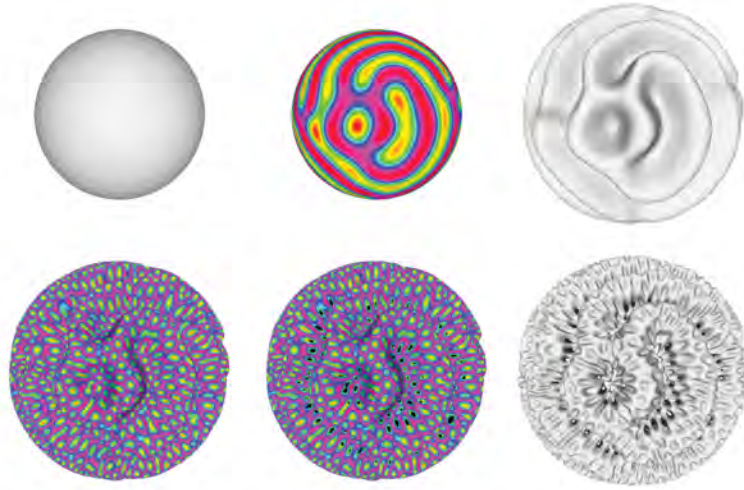


CHEMICALS RECOMBINE, SYNTHESIZE, AND DEGRADE, CHANGING QUANTITIES

REACTION-DIFFUSION



COMBINING THESE PROCESSES, PATTERNS EMERGE AND STABILIZE

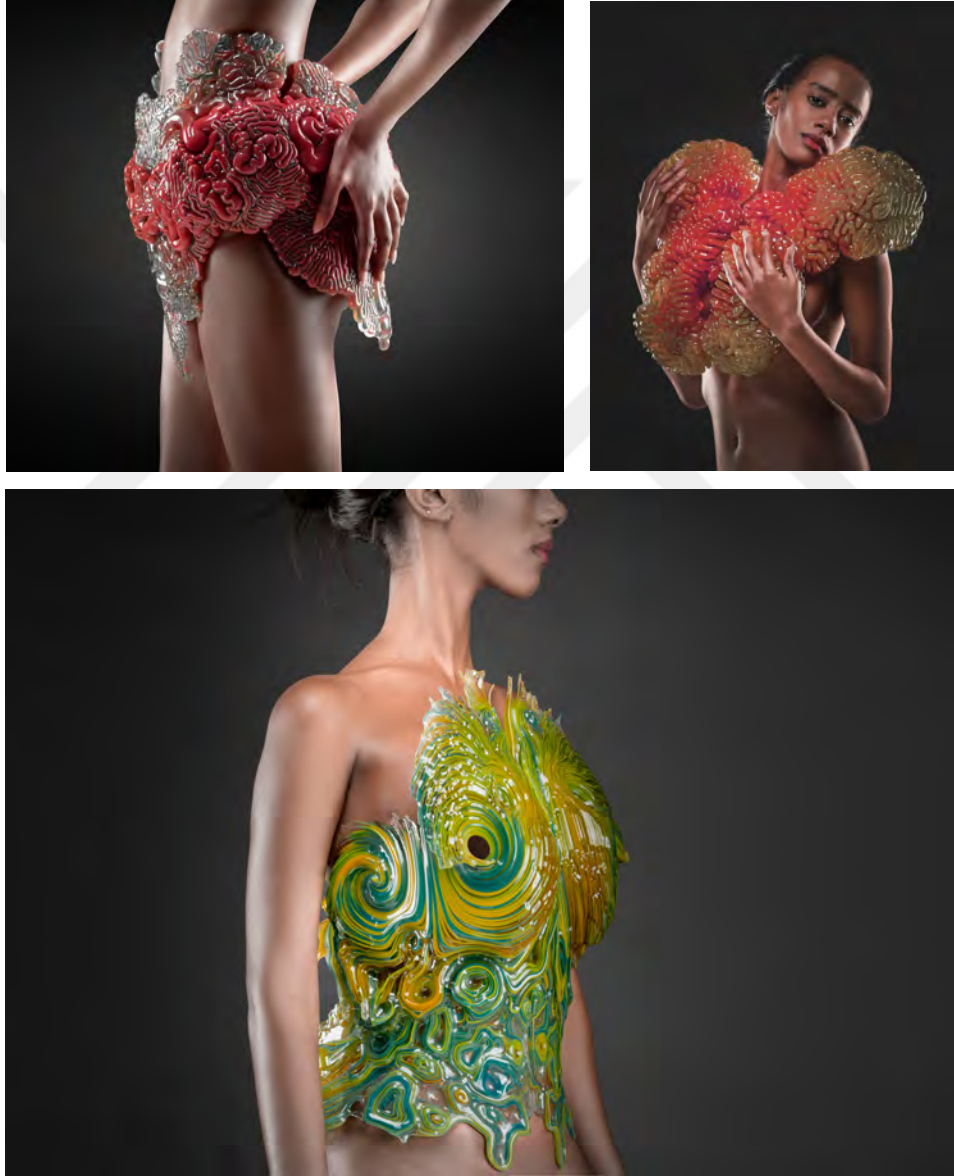


Görsel 55. Reaction-Diffusion simülasyonunun aşamaları.
<https://n-e-r-v-o-u-s.com>

4.3.2. Algoritmik Biyomimikri Yönteminin Dünya'daki Öncüleri

4.3.2.1. Neri Oxman

Algoritmik biyomimikri çalışmaları alanında Dünya'daki öncülerden olan Profesör Neri Oxman, MIT Media Lab bünyesinde Mediated Matter adında, bu alanın endüstriyel tasarım pratiği ile kesişen özel bir bölümüne başkanlık yapmaktadır.



Görsel 56. Oxman'ın ekibi tarafından üretilen Wanderers (2014) doğadan öykünen hücresel davranış algoritmaları ile insan bedeni formu üzerinde büyütülmektedir.

<https://mediatedmattergroup.com/wanderers>



Görsel 57. Oxman'ın ekibi tarafından üretilen Aguahoja (2019) suyun harici gücü tarafından şekillendirilmiştir.

<https://mediatedmattergroup.com/aguahoja>

“İnanıyorum ki, yakın gelecekte binalarımızı ve evlerimizi üç boyutlu olarak basacağız.” Neri Oxman

4.3.2.2. Michael Hansmeyer

Mimar olan Michael Hansmeyer, doğadan öykündüğü algoritmalarla tasarladığı mimari yapılar ile bilgisayarlı mimarinin öncü figürlerindendir.



Görsel 58. Hansmeyer'in Digital Grotesque II (2017) adlı çalışması.
<http://www.michael-hansmeyer.com/digital-grotesque-II>



Görsel 59. Hansmeyer'in Subdivided Columns II (2011) adlı çalışması.
<http://www.michael-hansmeyer.com/subdivided-columns>

“Biz mimarlar bir nesneyi tasarlamak yerine, o nesneyi üreten süreci tasarlamak hakkında düşünmeye başlarsak, hiç hayal edilmemiş nesneler bizi beklemektedir.”

Michael Hansmeyer

4.3.2.3. Iris van Herpen

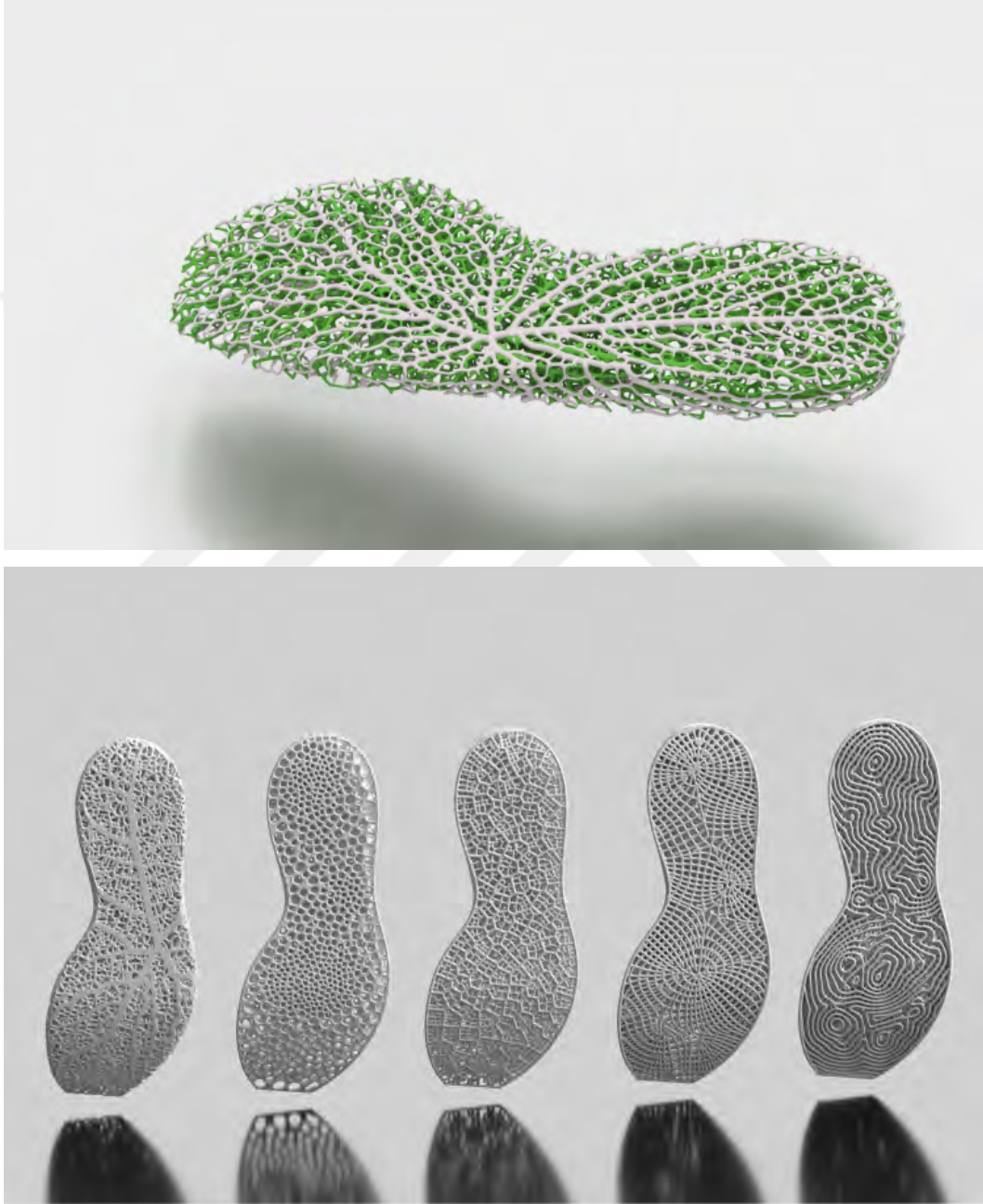
Hollandalı modacı Iris van Herpen, kıyafet formlarını doğadan öykündüğü algoritmaların yardımı ile tasarlamaktadır.



Görsel 60. Iris van Herpen'in çeşitli dönemlere ait koleksiyonlarından örnekler.
<https://www.irisvanherpen.com>

4.3.2.4. Nervous System

Jessica Rosenkrantz ve Jesse Loid-Rosenberg'in oluşturduğu Nervous System stüdyosu, doğadan öykündükleri algoritmalar ile gündelik yaşam kullanımı için olan endüstriyel nesneler tasarlamaktadır.



Görsel 61. Nervous System stüdyosunun New Balance markası için tasarladığı, ortopedik dengesi yaprakların dallanma algoritması aracılığı ile arayan ayakkabı tabanları (2015).

<https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/new-balance-midsoles/>

4.3.2.5. Niccolo Casas

Mimar Niccolo Casas, algortimik biyomimikri alanında deneysel form bulma süreçleri üzerinde çalışmaktadır. Casas süreç üzerindeki bulgusal deneyleri ile ayrıca Neri Oxman ve Iris Van Herpen'in projelerine çokdisiplinli ve disiplinlerarası katkı sağlamaktadır.



Görsel 62. Niccolo Casas'ın Analogy isimli deneysel çalışması.
<http://www.niccolocasas.com/analogy>

5. BÖLÜM: UYGULAMA ÇALIŞMASI: “YAKAZA”

İnsanlığın evrimi, teknoloji üzerinden dijital atmosferde devam etmektedir. İnsan, dijital atmosferdeki evriminin başındadır; avcı-toplayıcı evresindedir. Yerleşik olmayan, göçer-konar, hayatta kalma becerileri geliştiren, kalıcı mülk ve eşya sahibi olmadan yoluna devam eden, bir şeye ihtiyacı olduğunda elindeki olanaklardan hemen icat eden veya çözüm bulan ve sonra onu gerisinde bırakan, bir sonraki yaklaşıma her zaman hazır ve atak konumdadır (Kelly, 2016). Avcı-toplayıcılar onları çevreleyen atmosfer ile uyum içerisindedir. İş ve sosyal yaşam arasında bir ayrım yoktur. Avlama ve toplama eylemi günün uyanık oldukları her saatinde devam eder. Günümüzdeki dijital kültürün ve toplumun insanı için aynı niteliklerden bahsedebiliriz. İnsan, dijital yaşantıdaki takdimi için kimlik arayışındadır. İnsanlığın gruplar halinde dijital atmosferde yaşam bulması, neo-tribalizm olarak ifade edilen yeni bir tür kavimleşmenin, kabileciliğin ve alt-kültür gruplarının oluşmasına yol açmaktadır. Dijital atmosfer, yeni kabilelere ait etno-fütürist bir dijital kültürün doğmasına neden olmaktadır.

İnsan yaşamının dijital atmosfer içinde yeniden doğuşunun şafağında; yapay yaşam, dijital evrim ve dijital morfogeneze kavramları dijital yaşamın mimarisi için ustalaşılması gereken önemli çalışma alanları olarak belirlemektedir. *Reaction-Diffusion* algoritması gibi yaratım modelleri, insanın doğa-ananın rolünü üstlenmeye çalıştığı dijital yaşam mimarisinde başarılı paradigmalardır ve dijital doğanın fenomenlerini oluşturmaktadır.

5.1. Algoritmik Dil: Reaction-Diffusion

Bu tez kapsamında sunulan uygulama çalışmalarında, algoritmik biyomimikri yaklaşımı ile bilimsel düzeyde deneyleme yapabilmek için tek bir algoritma üzerinde yoğunlaşmanın çok daha verimli olacağı düşünülmüş ve bunun için *reaction-diffusion* algoritması tercih edilmiştir.

Alan Turing 1952 yılında Morfogenezin Kimyasal Temeli (*The Chemical Basis of Morphogenesis*) başlıklı bir makale yayınlamıştır. Devrim niteliğindeki bu makalede, matematiksel olarak ifade ettiği bilgisayarlı bir sistem önermiştir. Bu sistemde morfogon adı verilen iki madde, birbirlerine karşı reaksiyon gösterir ve birbiri

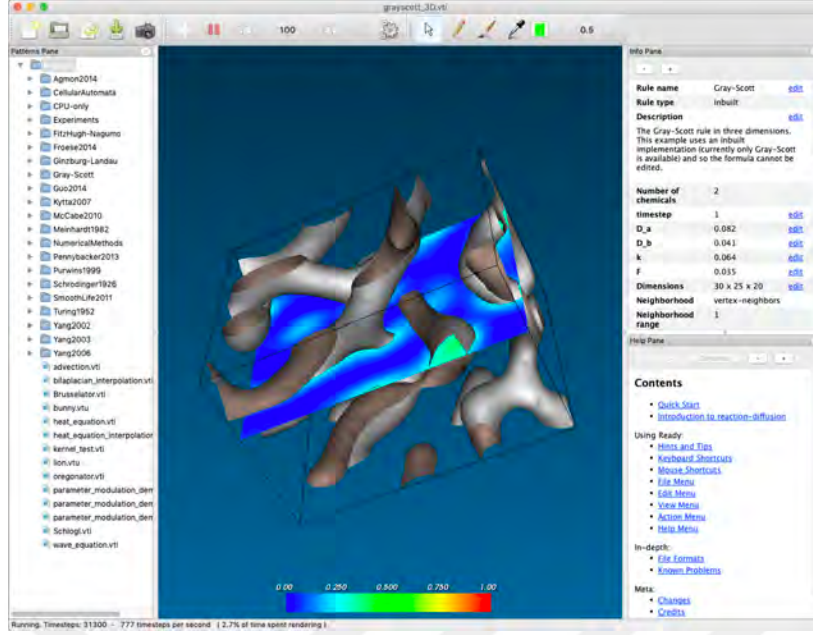
içerisine difüzyon gerçekleştirir. Bu *reaction-diffusion* (RD) sistemi Turing'in ifade-siyle morfogenez fenomenini genel hatları ile açıklamak için yeterlidir. Başlangıcında homojen olan sistem, sonrasında rastlantısal müdahaleler ile tetiklenerek, bir örüntü veya bir yapı geliştirir (Turing, 1952).

Bu söz konusu makale, Turing'in hayatına son vermeden önce yayınlatabildiği son makedir. Turing, etkilerini günümüzün teknolojisinin yardımıyla yeni kavrayabildiğimiz çözümlemesi ile bir Dünya'nın kapısını açmış ve akabinde Dünya'yı terk etmiştir. Turing gibi bir eşsiz deha, hayatta kalıp akademik çalışmalarına devam ederek yayınladığı bu makalenin üzerine inşa etseydi, daha ne gibi açılımlara neden olurdu sorusu bir merak konusudur. Bu tezin, uygulama alanında bu makalenin ürünü olan RD algoritmasına yoğunlaşması kararı, Turing'in yarım bıraktığı araştırma alanına akademik ve bilimsel katkıda bulunma arzusundan beslenmektedir.

Turing'in 1952 yılında önerdiği bu model bilgisayarlı bir sistemdir. Turing'in, faaliyeti bilgisayarlı olan bilgisayar bilimi disiplininin kurucusu olarak böyle bir sistemi matematiksel olarak ifade edip önermesi hiç şaşırtıcı değildir. Yarım yüzyıldan daha fazla süre önce ortaya çıkan RD sisteminin felsefesi ve gücü ise günümüzdeki bilgisayarlı görselleştirme teknolojisine seviyesi ile yeni anlaşılmaktadır.

Günümüzdeki bilgisayarlı görselleştirme teknolojisi, RD sistemlerini üç boyutlu (3D) ve iki boyutlu (2D) olarak gözlemleyebilme olanağını sunmaktadır.

Üç boyutlu (3D) RD sistemi günümüzde, Ready, Houdini, Rhino Grasshopper ve Cinema 4D (*R20 versiyonu*) yazılımları aracılığı ile görsel olarak simüle edilebilmektedir.



Görsel 63. Ready yazılımı ile üç boyutlu (3D) Reaction-Diffusion modeli simülasyonu.

İki boyutlu (2D) RD sistemi ise Processing, Java veya Python gibi herhangi bir görsel kodlama dili ile kolaylıkla simüle edilebilmektedir. İki boyutlu (2D) RD sistemlerinin günümüzdeki görsel simülasyonu Gray-Scott formülü uyarlamasını kullanmaktadır.

Tez yazarının, RD sistemlerine olan ilgisi 2014 yılı ile başlamış ve o zamandan beri beş yıldır iki boyutlu (2D) RD sistemi üzerinde yoğun bir gözlem, araştırma ve deneyleme gerçekleştirmektedir. Teorisini öğrenmeye ve pratiğinde ustalaşmaya çalışmaktadır.

Tezin araştırma ve uygulama çalışması için kullanılan yazılım bu amaç için özel üretilmiştir. İki boyutlu (2D) RD görüntüleri üretmektedir. Algoritma olarak Gray-Scott RD modelini kullanmaktadır. Java temelli WebGL kodu ile yazılmıştır. Yazılımın arayüzü Görsel 64’de incelenebilir.

Alan Turing'in matematiksel olarak ifade ettiği RD denklemi:

$$f(u,v)=(Au+Bv+C)-Du$$

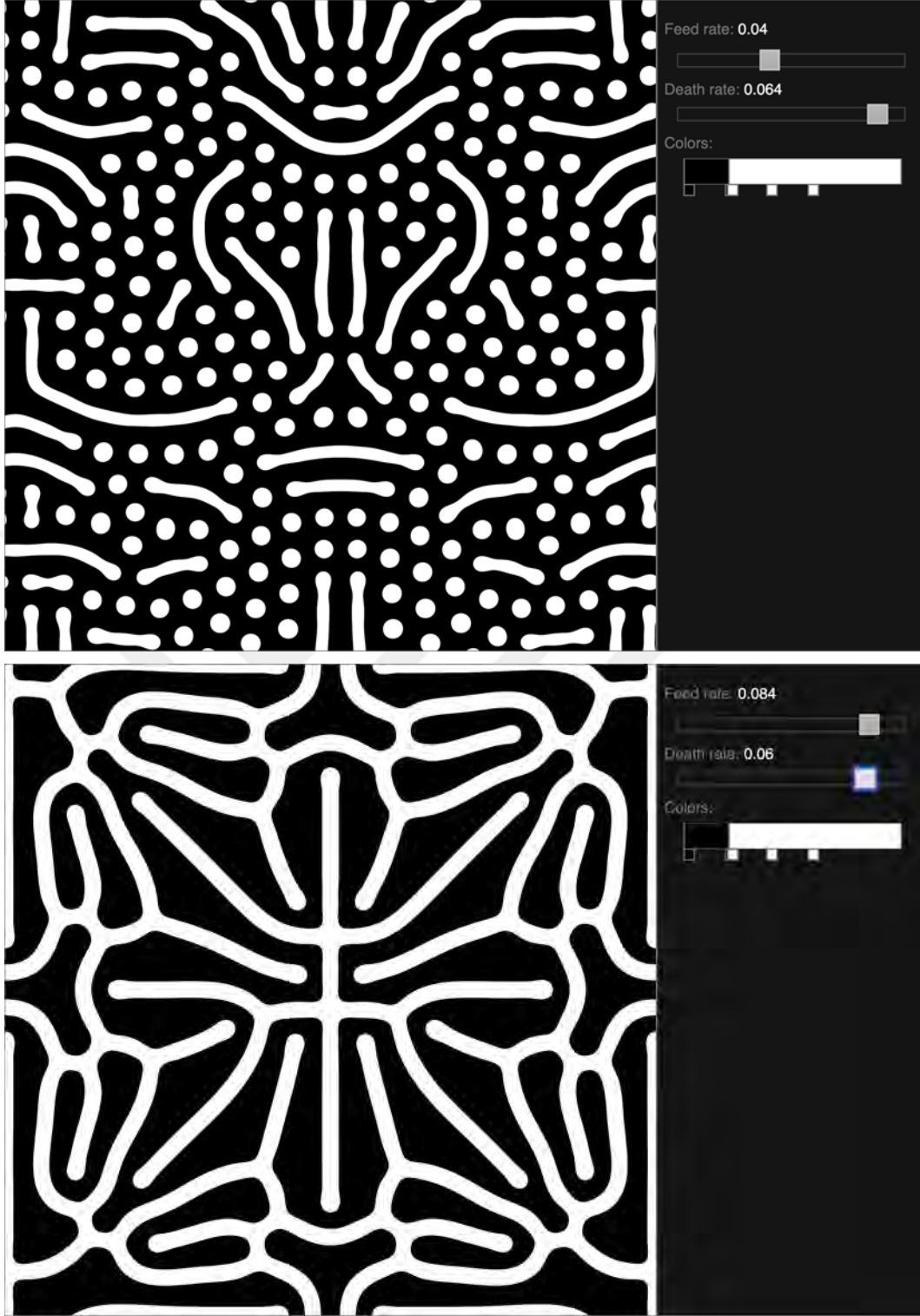
$$g(u,v)=(Eu-F)-Gv$$

Gray-Scott uyarlaması olan RD modeli:

$$f(u,v)=-(A+B)u+u^2v$$

$$g(u,v)=A(1-v)-u^2v$$

Tez kapsamında kullanılan bu özel tasarım yazılımın sol panelinde, büyüme süreci ile gelişen RD örüntüsü canlı olarak gözlemlenmektedir. Sağ panelinde ise sürece müdahale eden parametreler vardır. %0'dan %100'e kadar değışebilen 'Feed Rate' ve 'Death Rate' parametreleri örüntünün şekil almasında etkin rol sahibidir. Parametrelerin büyüme süreci sırasında değıştirilmesi örüntünün biçimlenmesini yönetmektedir. Ayrıca örüntünün gözlemlendiği panele fare tıklaması ile müdahale edilebilmektedir. Colors parametresi ise morfogenlerin renklerini belirlemektedir. Örnek ekran görüntülerinde siyah ve beyaz renkleri tercih edilmiştir (Bkz. Görsel. 64).



Görsel 64. Tezin araştırma ve uygulama çalışılması kapsamında kullanılan özel olarak tasarlanmış yazılımın arayüzüdür. İki boyutlu (2D) *reaction-diffusion* örüntülerini yoktan büyüterek tasarlamak için kullanılmaktadır. Sol taraftaki büyük panel, örüntünün büyüme aşamasını canlı olarak göstermektedir. Sağ taraftaki panelde ise örüntüsünün büyüme sürecine canlı müdahale eden Feed Rate ve Death rate parametleri ile morfogenerin renklerini ayarlayan Colors parametresi vardır.

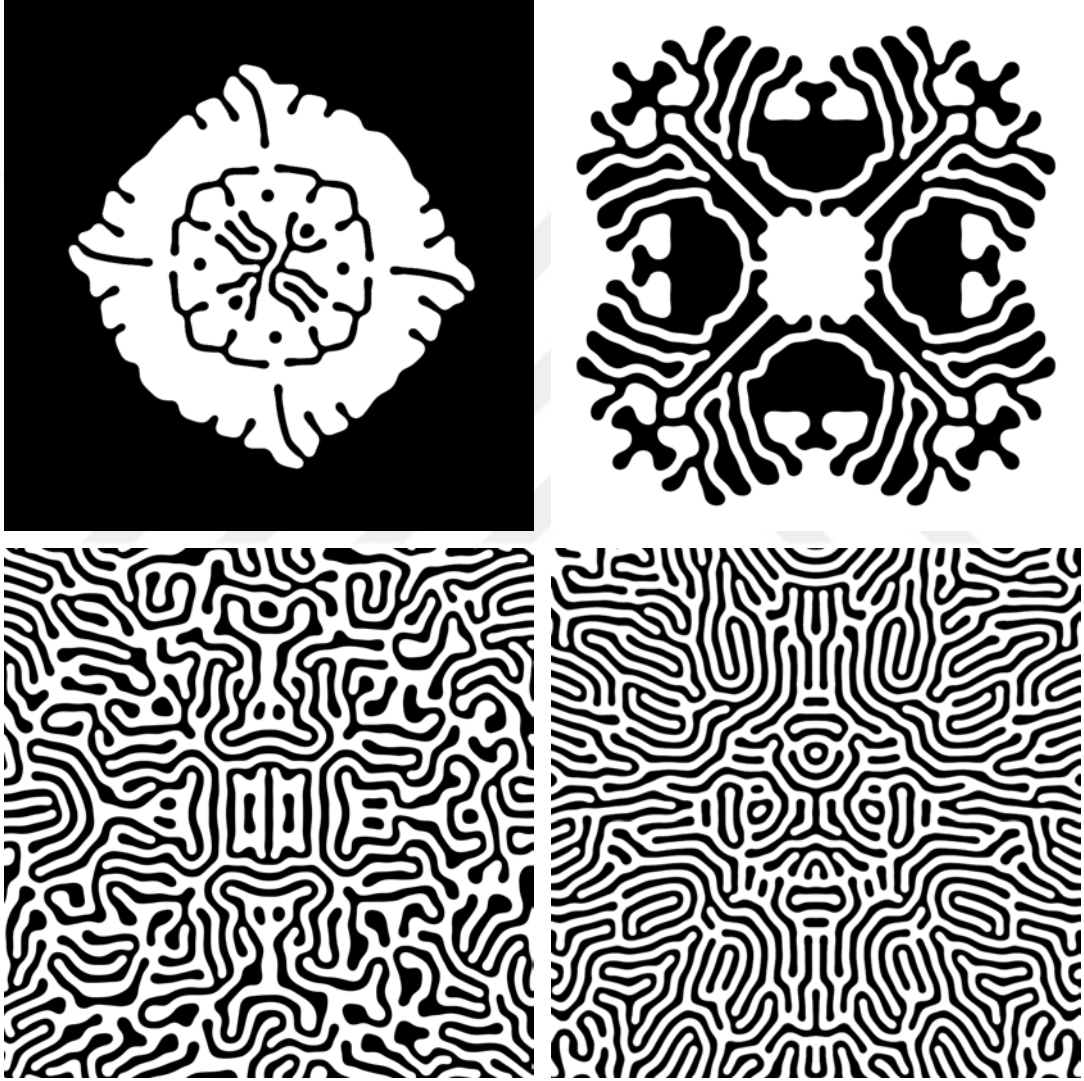
İki boyutlu (2D) RD sisteminin yanında, üç boyutlu (3D) RD sistemi ile deneyler gerçekleştirilmiş ve bunun için Ready yazılımı kullanılmıştır. Araştırmaya yoğun olarak iki boyutlu (2D) sistem ile devam edilmesinin başlangıçta bazı gerekçeleri vardır ve bu gerekçeler zaman içinde modeli deneyledikçe de artmıştır. Bu gerekçelere, yazarın gözlemsel tespitleri olarak değinmek gerekirse;

2D sistemin görsel sonuçları daha yalın ve simgeseldir. Ayrıca 3D sisteme göre işlemci açısından çok daha az taleplidir. Bu iki tespit, 2D sistemin tasarımcının büyüme süreci sırasında yaptığı parametrik müdahalelere karşı, görsel olarak okunurluğu yüksek olan cevapları hızlı verebilmesini sağlamaktadır. Bu da bilimsel gözlemlenebilirliği ve deneyleme pratikliği sunmaktadır. Tasarımcı sisteme olan çok küçük müdahalelerin sonuçlarını eş zamanlı olarak açık bir şekilde fark edilebilmektedir. 2D sistemin görsel sonuçları simgesel ve lekeli bir anlatım dili özelliği sergilemektedir. RD'nin yaratıcı ve form üreten karakterinin kolayca okunabilmesini sağlamaktadır.

RD sistemindeki büyüme sürecine tasarımcı tarafından canlı olarak müdahale edilebilmesi özelliği, tasarımcı ve sistem arasında eşzamanlı ve duyarlı bir diyalogun oluşmasına neden olmaktadır. RD sistemi tasarımcı ile iletişime geçmektedir. Bu, bir form-bulma çabası olarak, geleneksel sanatlardan ebru sanatına benzetilebilir. Tasarımcı, RD'ye çok benzer olarak ebru sanatında, suya istediği koordinatlarda boyalar damlatır ve bir başlangıç koşulu belirler. Sonrasında, yayılma, dağılma, büyüme süreci başlar ve bu sürece canlı olarak müdahale ederek form-bulma çabasını gerçekleştirir. Hatta isterse süreç sırasında suyun ısını değiştirme veya asidik – bazik yapısını değiştirme gibi parametrik müdahaleler ile sonuca etkisi olabilecek deneylemeler yapılabilir. Ebru sanatı ve tasarımcı arasında etkileşimli bir diyalog gerçekleşmiş olur. RD sisteminin işleyişi bu örneğe çok benzemektedir.

RD sistemi ile ulaşılan formlar, Dünya genelindeki etnik ve *tribal* sanatların görsel diline ileri derecede benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik, kavimlerin sanatlarında dışa vurduğu *tribal* görsel dilin, doğadan nesiller boyunca öğrendikleri zn yansıması olduğunu kanıtlar niteliklidir.

RD algoritmasının simetrik büyümesi ile oluşan formlarda yüzler, uzuvlar, insan ve hayvan siluetleri yoğun olarak gözlemlenmektedir. RD'nin aynı zamanda suretlerin – suretlenmenin algoritması ile ilişkili olduğunu da hissettirmektedir.



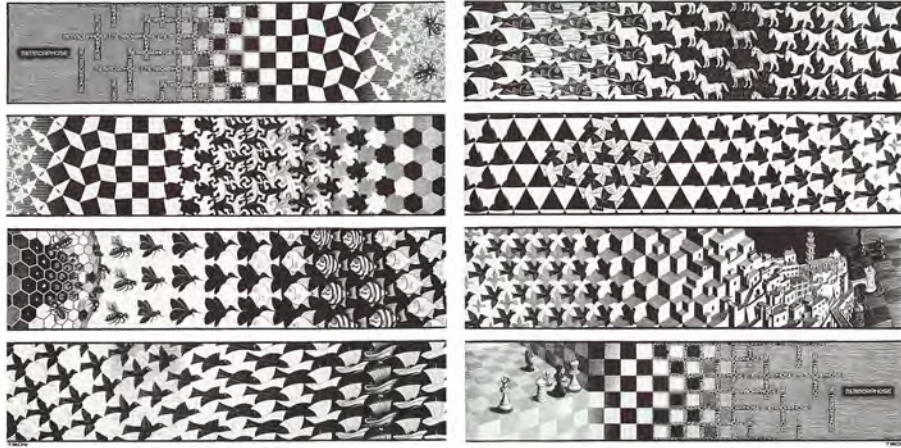
Görsel 66. RD örüntülerinde, hususi bir çaba olmadan tesadüfen elde edilen yüz, suret, beden ve uzuv formlarına rnekler.

Doğaya olan hayranlığımızın altına yatan sebep olan karmaşıklığı (*complexity*) elde etmemizi sağlamaktadır. Karmaşık (*complex*) tanımı doğa için kullanıldığında çok fazla kavramı içerir. Bu kavramların öne çıkanları: sürdürülebilirlik, iç denge, görsel dil birliği, güzellik, estetik, alan yönetimi, optimizasyon, çeşitlilik, zıtlık ve bütün bunların arasında akışkan bir dönüşüm ve harmonidir.

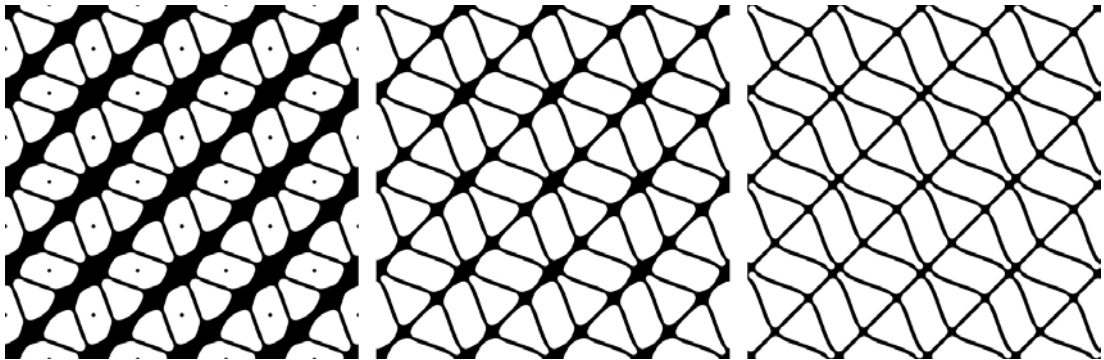
5.2. Tezin Kronolojik Araştırma ve Uygulama Raporu

2014 ile 2019 yılları arasındaki beş yıllık araştırma, uygulama ve üretim süreci kronolojik olarak raporlanmıştır.

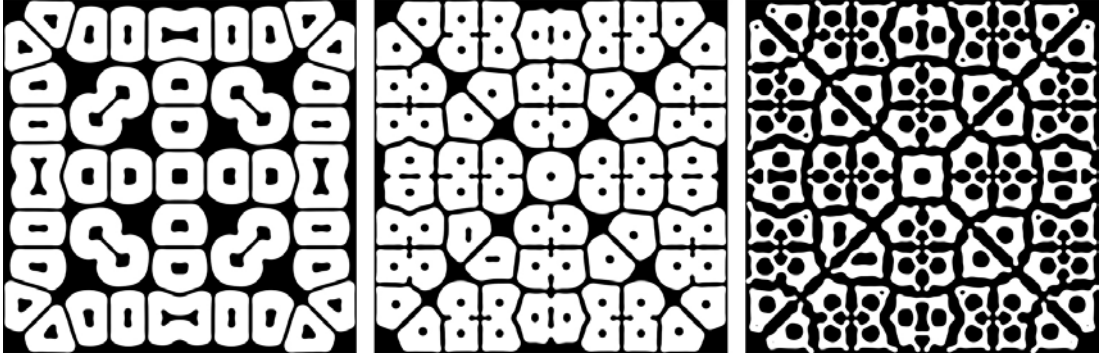
Büyüyen formların sonu olmayan sürecinden 'an'lar yakalamak, evrime dair görsel hikâye anlatımının aslında zamansız bir yöntemidir. M.C. Escher morfolojik süreçleri ardışık aşamaları ile resimlemesi aynı öyküleme çabasının yüz yıl önceki zuhurudur.



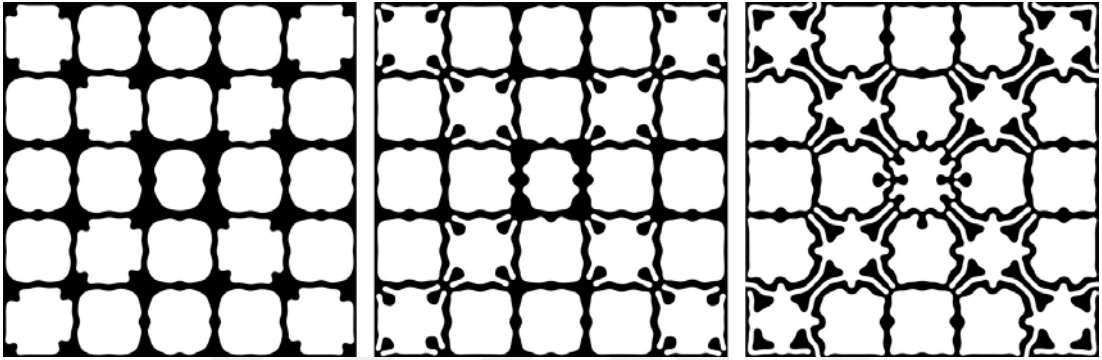
Görsel 67. Escher'in Metamorphosis adlı çalışması. Formlar arasındaki morfoloji sürecini ardışık aşamaları ile resimlemektedir.



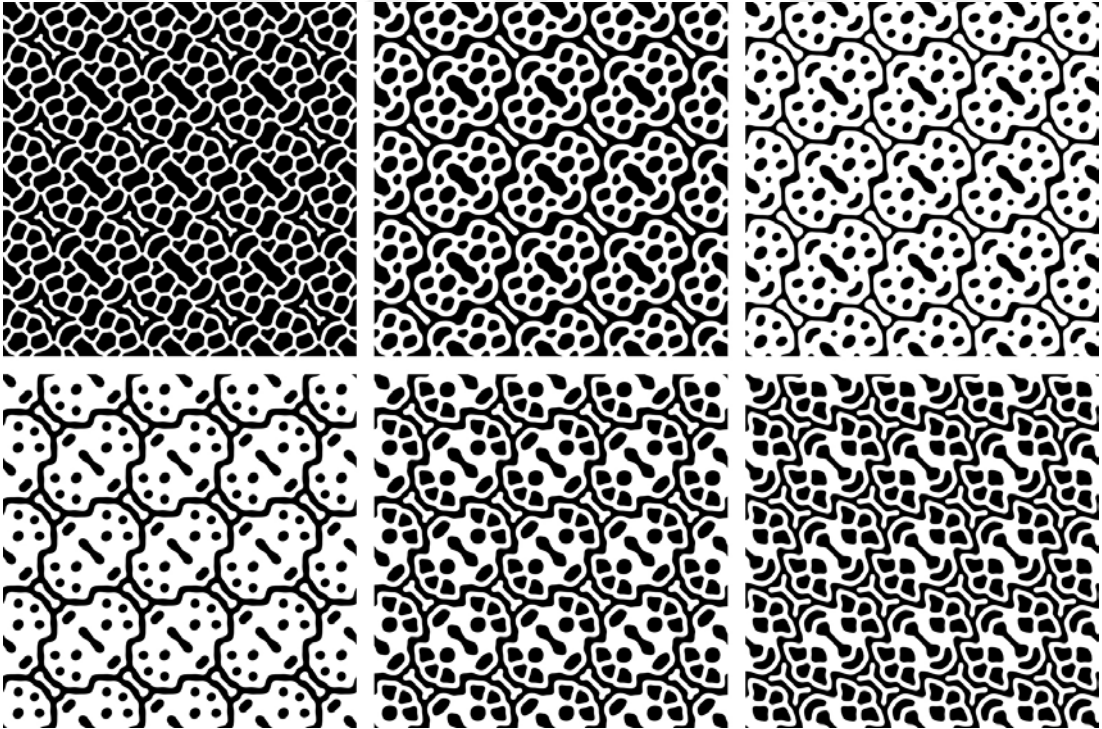
Görsel 68. RD örneğinde; hücre benzeri bir formun evrimsel sürecindeki aşamalar görülmektedir.



Görsel 69. RD örneğinde; genç olan hücrenin sağdan sola olan akıştaki evrim sürecinde bölünerek çoğalması ve yaşlanması görülmektedir.



Görsel 70. RD örneğinde; grid temelli örüntünün evrimi boyunca form değiştirmesi görülmektedir.



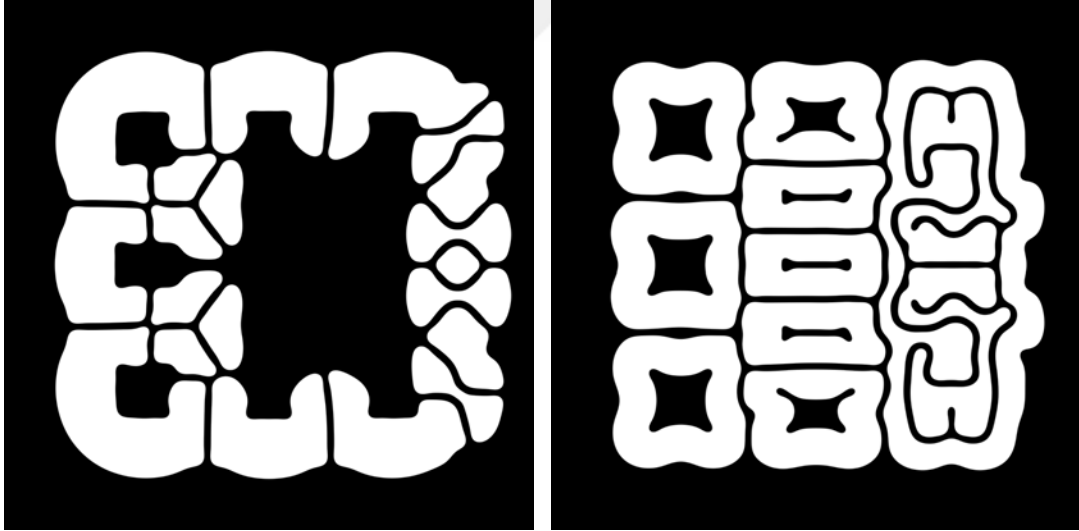
Görsel 71. RD örneğinde; yüz silüetine benzeyen form örüntüsünün morfogenetik değişimi altı aşamada görülmektedir.



Görsel 72. RD örneğinde; yaprak formlarının büyüme süreci aşamaları ile görülmektedir.



Görsel 73. RD örneğinde; grid temelli formların çiçeklenmesi süreci görülmektedir.



Görsel 74. RD örneğinde; simetrik büyümeyen form-bulma deneyimleri görülmektedir.

5.2.1. Yakaza Projesi

Bu çalışmaları bir çatı altında toplamak için Yakaza kimliği oluşturulmuştur. Yakaza, eski Türkçe bir kelime olup, uyku ile uyanıklık arasında olduğuna inanılan bir hali, bir evreyi ifade etmektedir. İki Dünya arasında bir alemdir. Buradaki metaforik kullanımı ise dijital atmosfer ve fiziksel atmosfer arasında köprü kuran bir platformu temsil etmesidir.

Yakaza'nın manifestosu şu şekildedir;

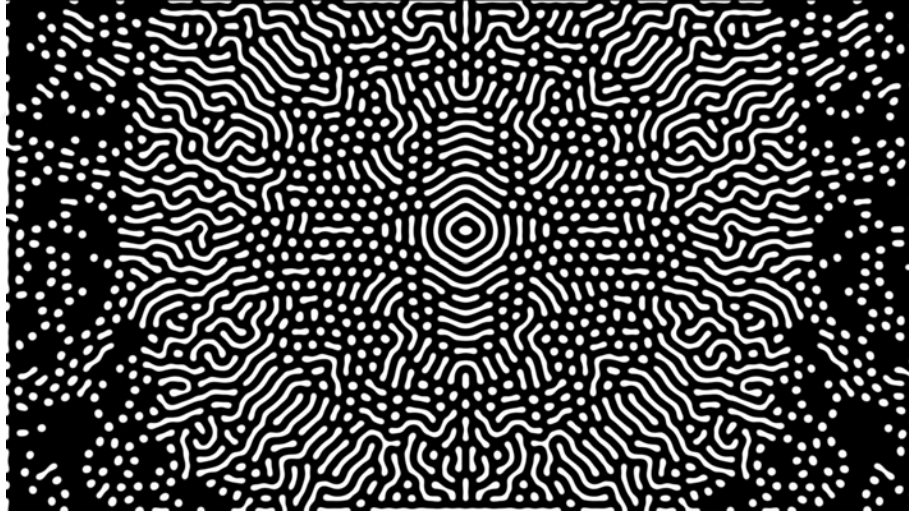
Yakaza, doğanın yeni çağın kavmi için tasarladığı etno-futurist kült(ür)dür. Yakaza halinde; doğadan ödünç alınan algoritmik morfogeneze süreçler ile tasarlanan organik-geometrik desen ve formlar, dijital zanaatkarlık ile işlenerek kültürel nesnelere dönüşmektedir.



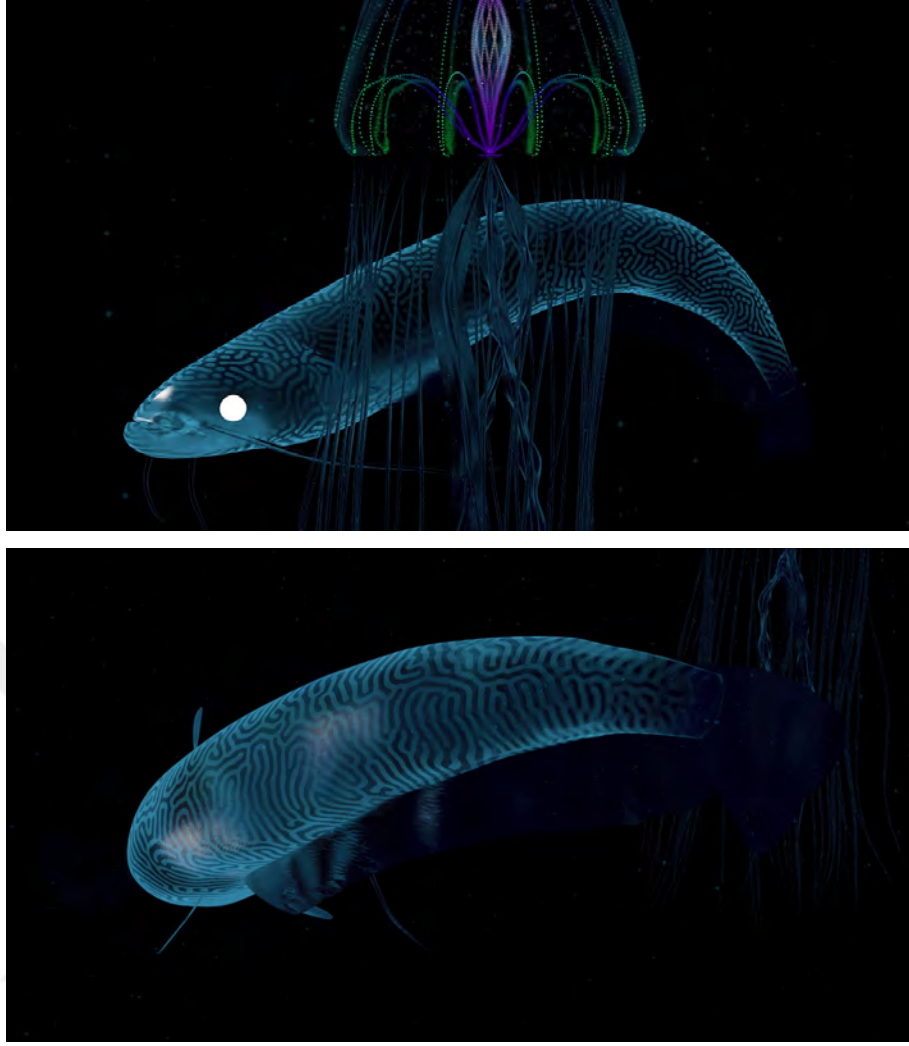
Görsel 75. Yakaza logosu.

5.2.2. (2014) “Reaction Diffusion” ve “Underwater” Çalışmaları

2014 yılında “Reaction Diffusion” ve “Underwater” adı altında iki animasyon çalışmam IKS V Tasarım Bienali Akademi Programı’nda gösterilmiştir. RD algoritması üzerinde çalışmaya başladıktan kısa bir süre sonra, sergileme seviyesine ulaşan bu ilk çalışmalar tasarlanmıştır. Reaction Diffusion, ismini doğrudan algoritmadan alan bu çalışma, iki boyutlu (2D) RD sistemini en yalın haliyle sergiliyor ve dört ayrı başlangıç – evrim – yok oluş döngüsü hikayesi aktarmaktadır. Underwater çalışması, bildiğimiz ve tanıdığımız Dünya benzeri, flüorışıl canlıların bulunduğu derin deniz atmosferinden, soyut ve psikedelik bir derin deniz atmosferine doğru açılan bir portal ile geçişi anlatmaktadır. Dünya benzeri atmosferdeki balıkların deri desenleri RD algoritması ile tasarlanmıştır. Buradaki amaç, RD algoritmasının dijital atmosferin ikna edici ve içgüdüsel olarak kabul görececek yaşam örüntülerini tasarlamadaki rolünü deneyimlemektir. İki animasyonun da ses tasarımı Mehmet Kemaloğlu tarafından bestelenmiştir.



Görsel 76. Reaction Diffusion (2014) animasyonundan ekran görüntüsü.



Görsel 77. Underwater (2014) animasyonundan, balığın RD algoritması ile tasarlanan deri deseni-
ni gösteren ekran görüntüleri.

5.2.3. (2016) Disiplinler Ötesi Farkındalık

Bu çalışmalardan sonraki yıllarda, RD algoritmasının doğanın yaratım süreçlerinden biri olduğu, daha şiirsel bir tabir ile doğa ananın sayısız Photoshop araçlarından biri olduğu bilinci ile, bu algoritma aracılığı ile tasarlanacak gündelik yaşam nesnelerinin şu soruya cevap arayabileceği düşünülmüştür: “Doğa ana sizin için tasarlasaydı?”

Bu düşünce kısa süre içerisinde RD algoritmasının kıyafet formunu nasıl örüntüler ile donatacağı merakını beslemiştir.

2016 yılında, bu amaca ulaşabilmek için, moda alanının uluslararası camiasında söz sahibi olan ve Fransız ekolünü var eden Esmod’dan kıyafet modeli tasarlama

üzerine bir sertifika programı tamamlanmıştır. Disiplinler arasındaki sınırların şeffaflaştığına dair olan farkındalık, moda tasarımı disiplinindeki teknikleri üretim sürecine dahil etmeye teşvik etmiştir.

Farklı tasarım disiplinlerinin birleşmesinden gelen hibrid teknikler ile geliştirilen dijital zanaatkarlık, dijital atmosferdeki yaşamın nesnelerini, ürün ve hizmetlerini tasarlayabilmek için gerekmektedir. Bu örnekteki çaba ise ayrıca dijital atmosferdeki avatarların kıyafetlerini tasarlayabilmek için elzemdir.

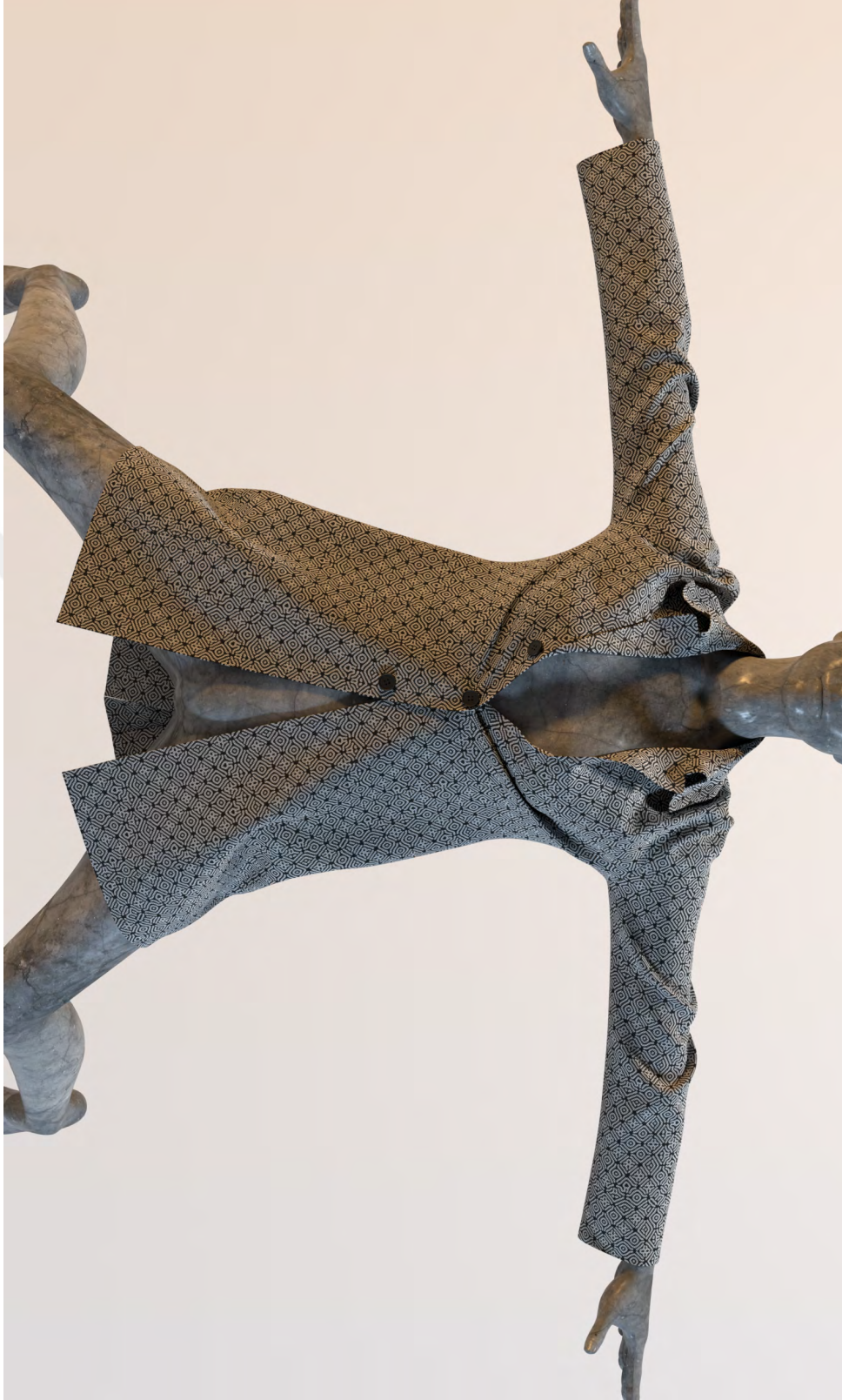
RD algoritmasının kıyafet formu üzerinde uygulanması şaşırtıcı bulgular ile sonuçlanmıştır. RD algoritmasının kurduğu oransal *grid*, bu doğrultuda inşa ettiği iç denge, alan yöntemini ve beraberinde gelen dil birliği, güzellik ve estetik; insan bedeni için sanki *haute couture* niteliğinde tasarlanmış desenleri açığa çıkarmaktadır.



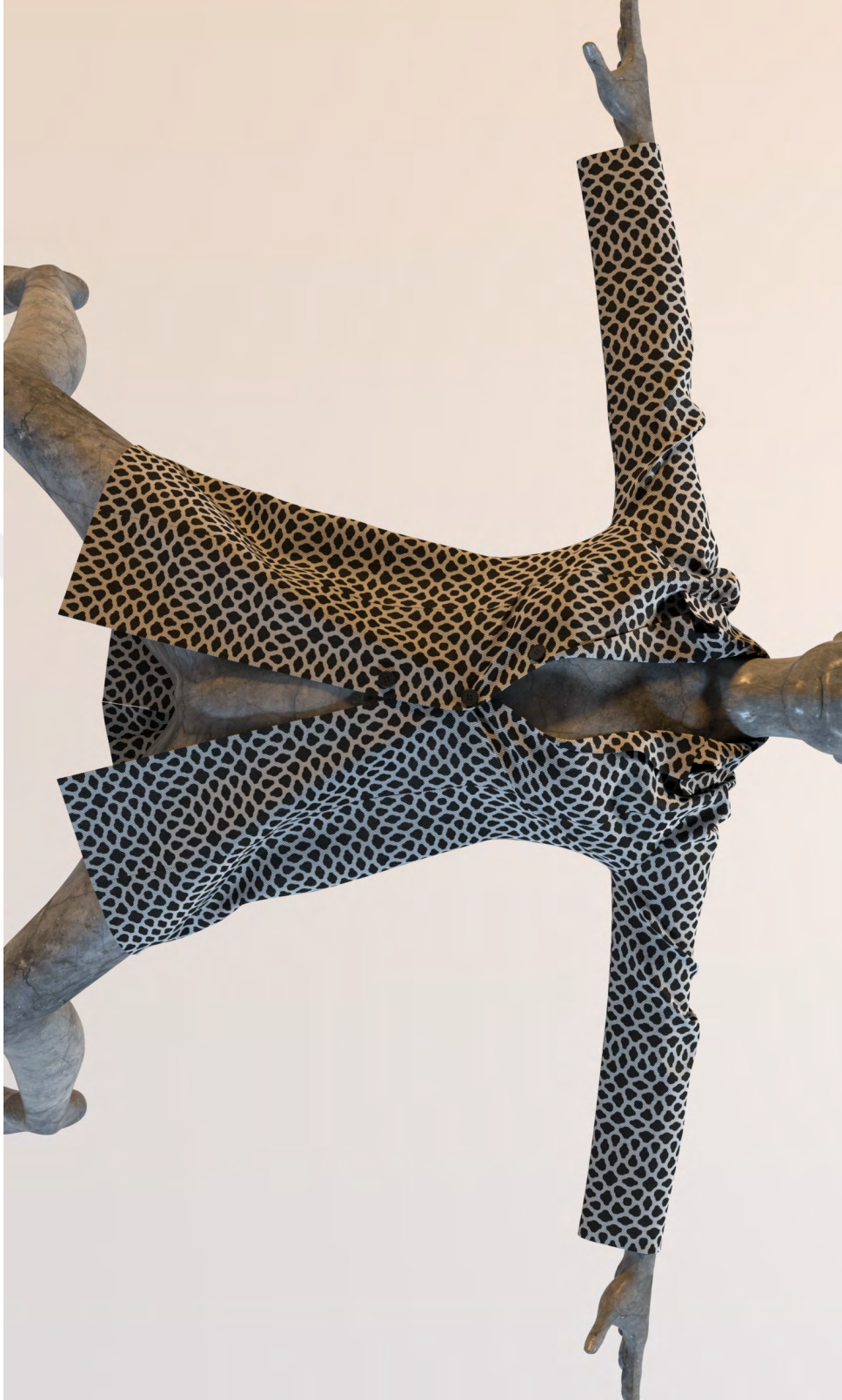
Görsel 78. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.



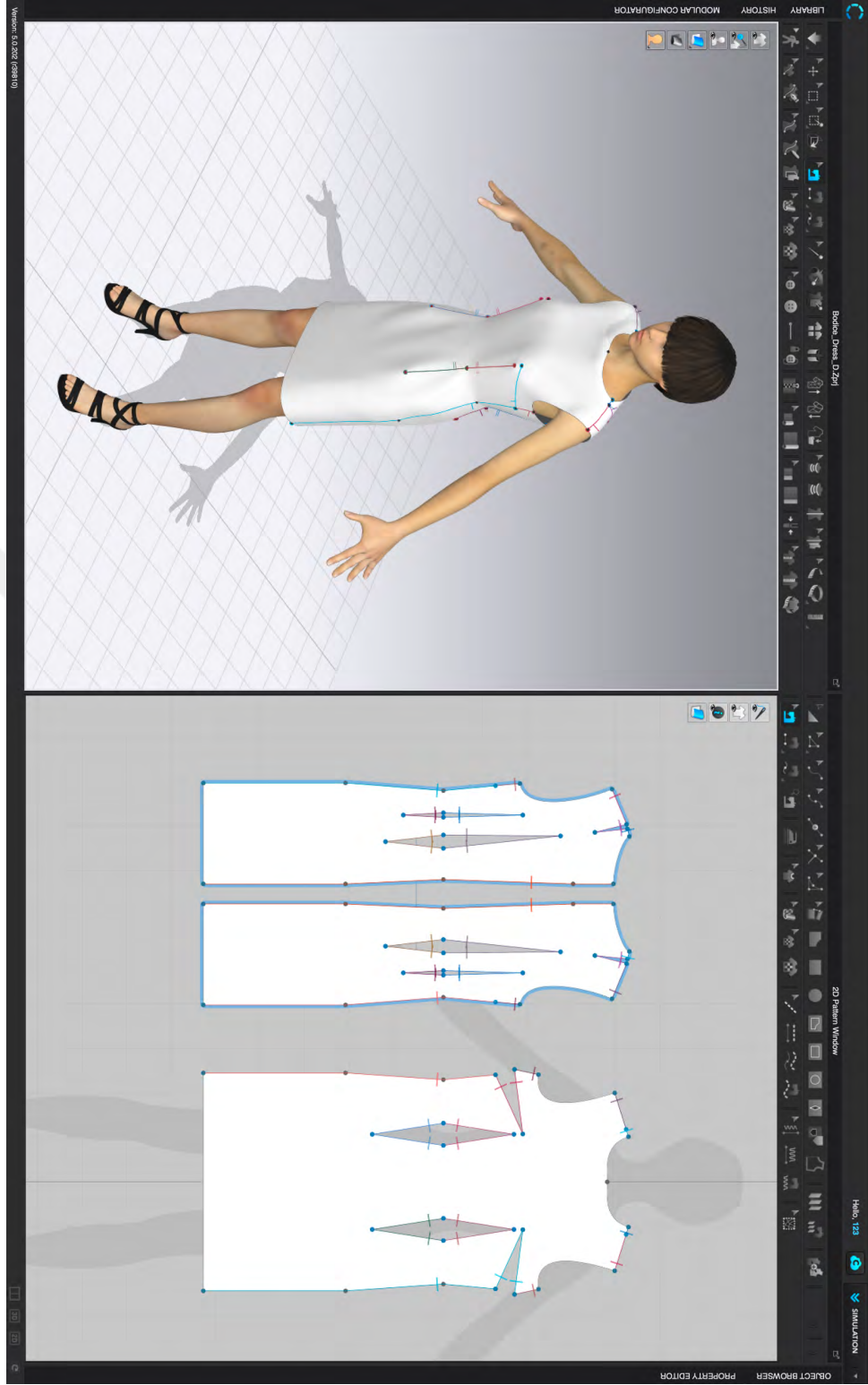
Görsel 79. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.



Görsel 80. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.



Görsel 81. Kıyafet formu üzerine uygulanan RD örüntüleri.



Görsel 82. CLO 3D yazılımının arayüzü. Gerçek kuralları doğrultusunda tasarlanmış kıyafet modelini dikip üç boyutlu (3D) avatara giydirme simülasyonunu gerçekleştirmektedir.

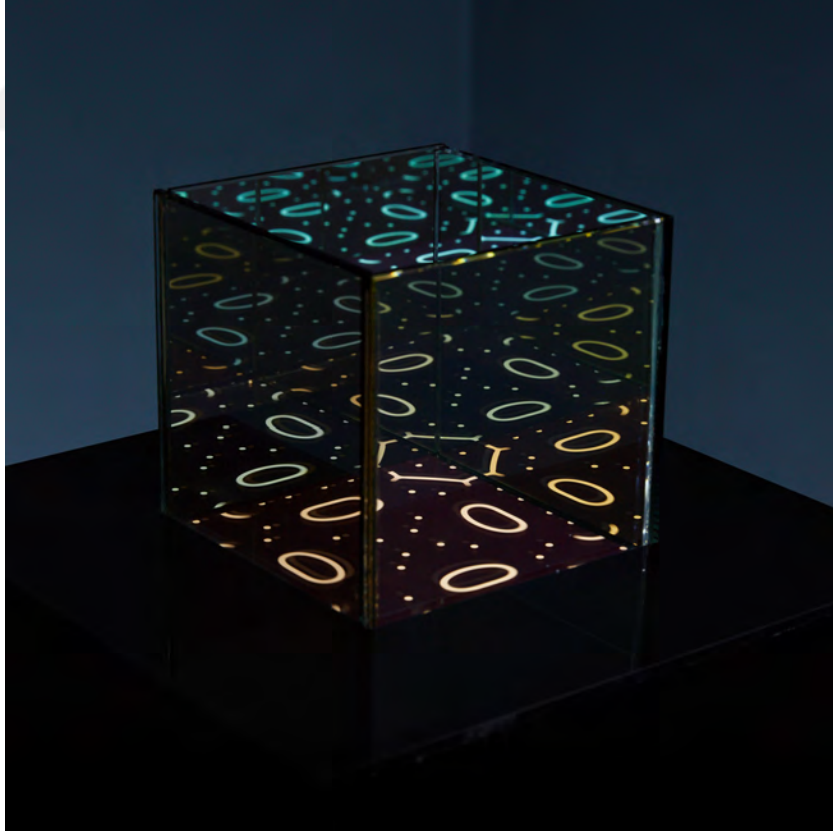
5.2.4. (2017) “Cube: Organic Geometry” ve Mimari Karo Çalışmaları

2017 yılında, bu ana kadar olan çalışmalar, yazarın British Council ve Digilogue iş birliği ile gerçekleştirilen AltCity Artist Residency programına seçilmesini sağlamıştır. Programın sağladığı olanaklar ile geçen bir aylık tasarım sürecinin sonunda “Cube: Organic Geometry” adlı enstalasyon tasarlanmıştır. Bu enstalasyon İstanbul Zorlu PSM’deki ‘Digilogue: Across the Line’ sergisinde yer almıştır.

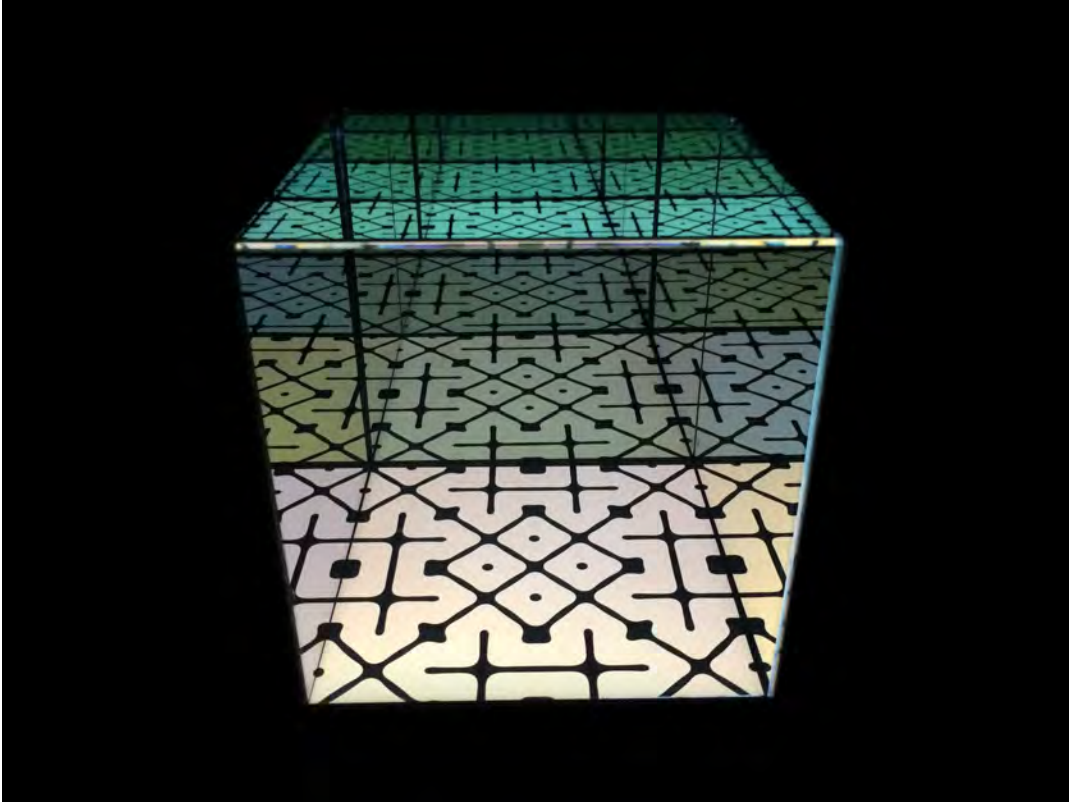
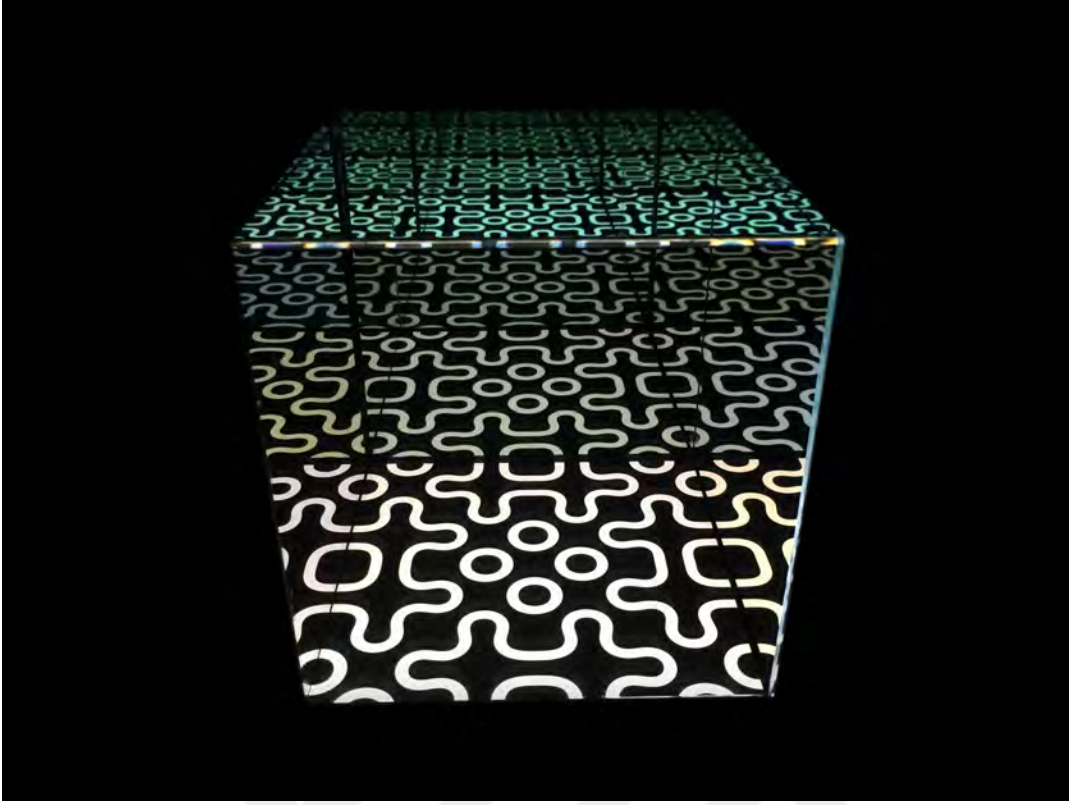
Cube: Organic Geometry çalışmasında, dijital atmosferin sonsuza kadar uzanabilen hiper-gerçekçi mekanlarında, mimari karoların ve bu karolarda evrim geçiren desenlerin sunduğu deneyim keşfedilmeye çalışılmıştır. Sonsuza uzanan mekânsal düzlem hissi, retina ekran üzerine kurulan sonsuz ayna düzeneği ile elde edilmiştir.

RD algoritmasının sanatsal yönetimi ile desenleri evrim halinde olan mimari karo- lar tasarlanmıştır. Kurulan ayna düzeneği ile bu karolardan oluşan sonsuz uzamın illüzyonu izleyiciye sunulmuştur. Bu çalışma bir algoritmik biyomimikri örneği olarak ve doğanın zaman onaylı 3,8 milyar yıllık tecrübesinden estetik açıdan nasıl yararlanılabileceği sorusuna mimari bir yaklaşım sunmaktadır. Dijital sanatın geldiği aşama, binlerce yıldır değişmemeden gelmiş olan “doğadan esinlenme” pratiğinin bir adım önüne geçmiş ve sanatçıya “doğadan yöntem ödünç alma” olanağını sunmuştur. Bu çalışma bu cömert hediye- nin bir yansımasıdır.

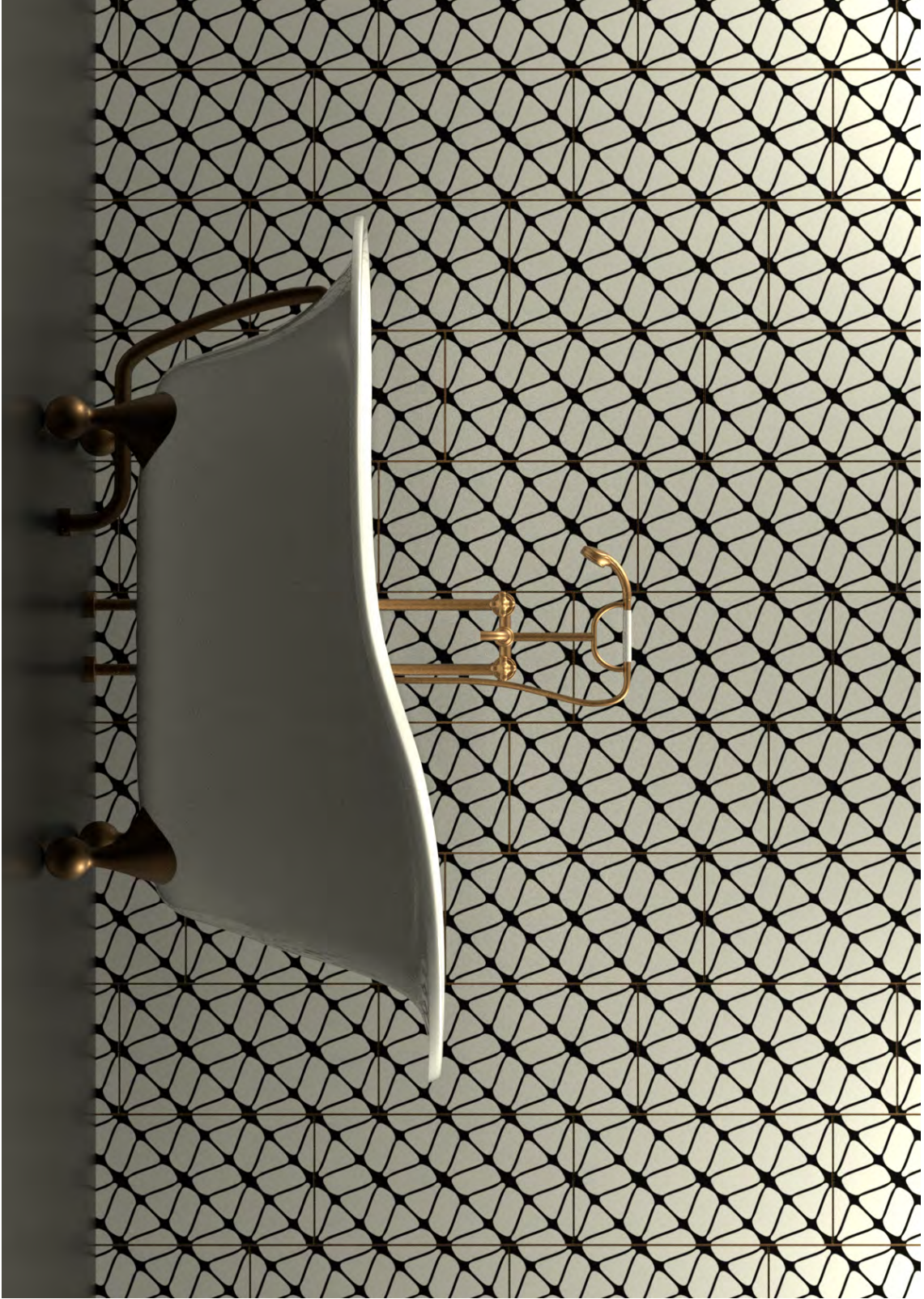
Bu çalışmanın sonrasında, dijital atmosferin mekanlarını tasarlama gayesi ile karo seramik fikrinden devam ederek, RD sisteminin sanatsal yönetimi ile ulaşılabilecek sınırlar keşfedilmeye çalışılmıştır. Birisi güncel birisi retro-fütürist olmak üzere iki seri tasarlanmıştır. Güncel olan günümüzdeki eğilimleri yansıtmaktadır. Retro-fütürist olan ise dijital atmosferin olası kavramsal, tematik ve hikayesel etkinliklerine cevap verme gayesini taşımaktadır. “A Clockwork Grotesque” adını taşıyan bu seri, 19. yüzyıldaki Viktorya döneminin grotesk estetik algısını geleceğe taşıyarak retro-fütürist bir füzyon sunmaktadır.



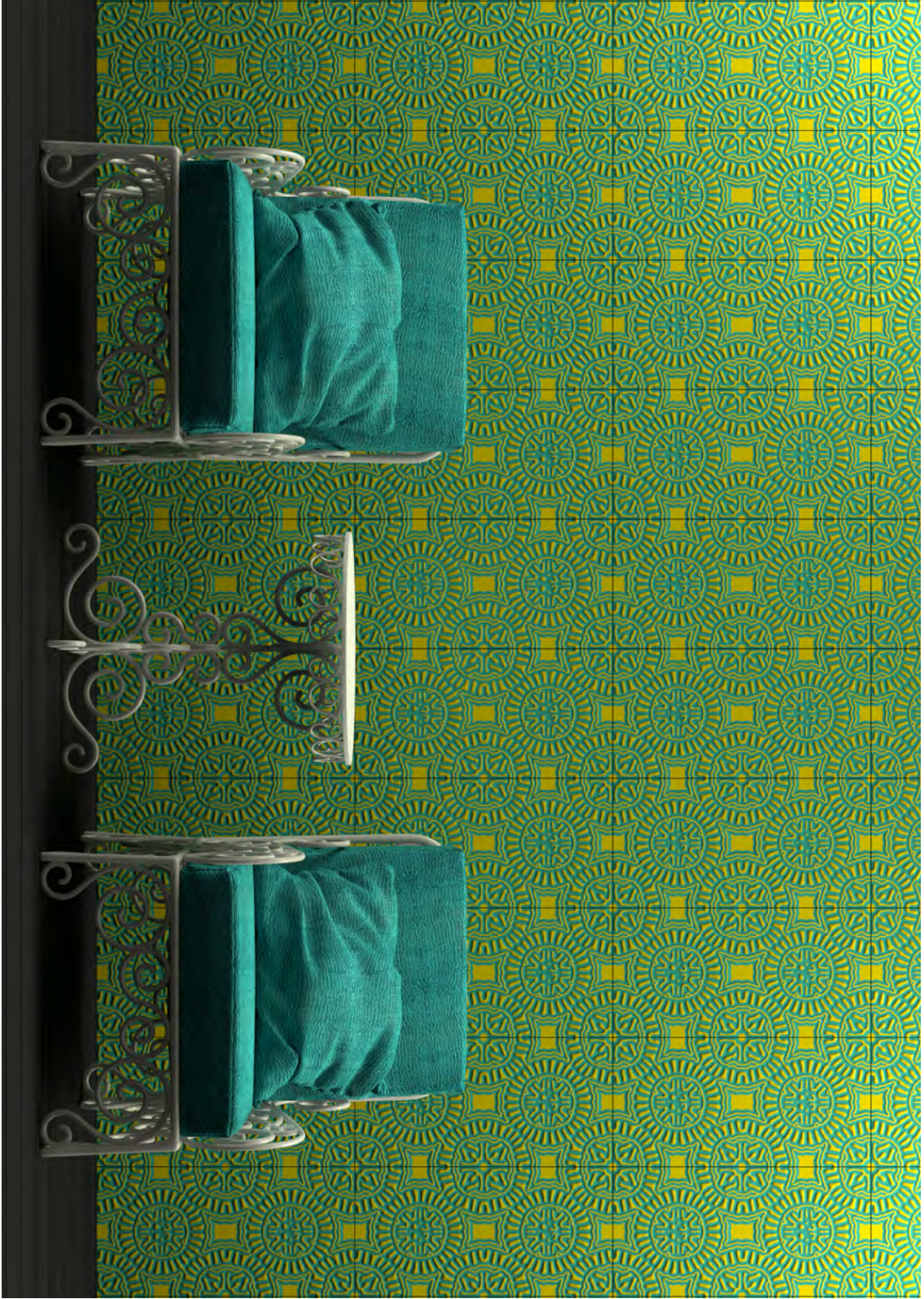
Görsel 83. Cube: Organic Geometri enstalasyonunun fotoğrafları.



Görsel 84. Cube: Organic Geometri enstalasyonunun fotoğrafları.



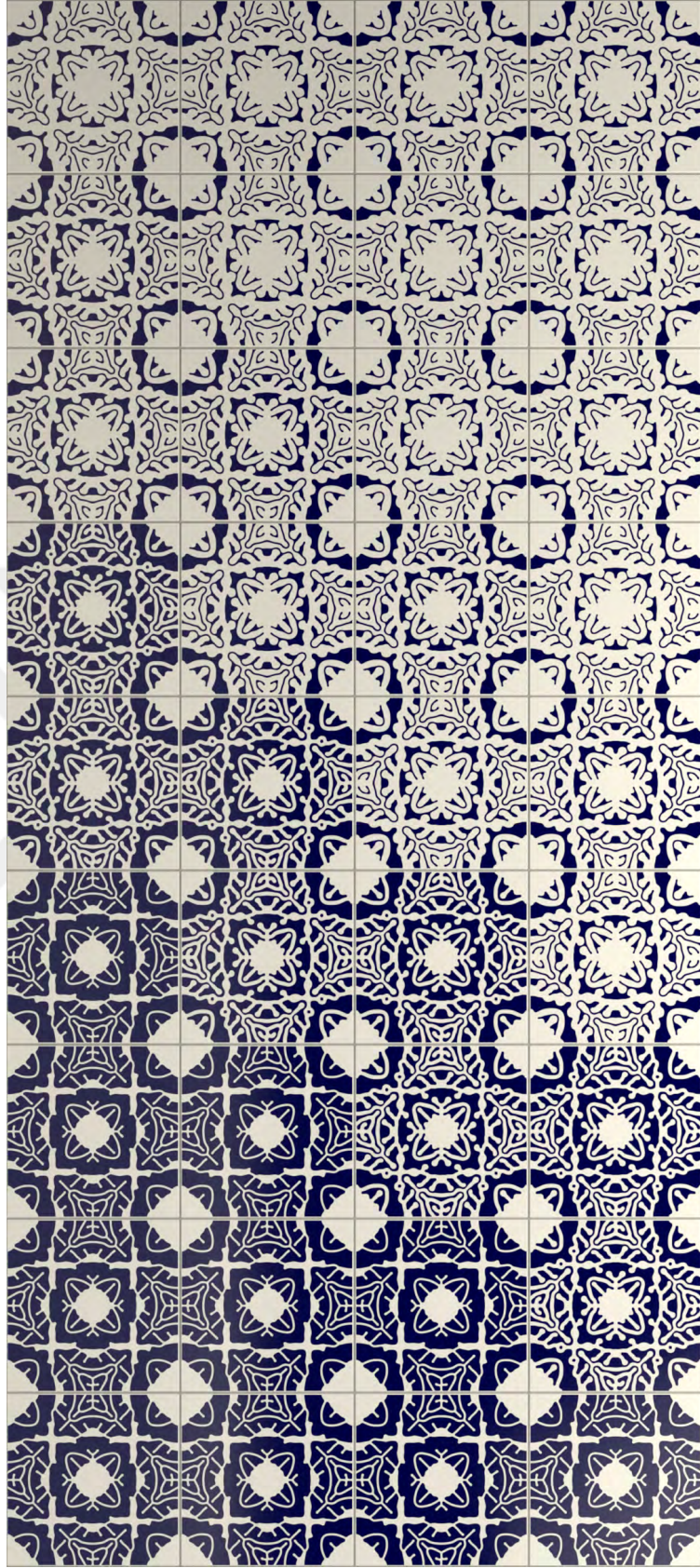
Görsel 85. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.



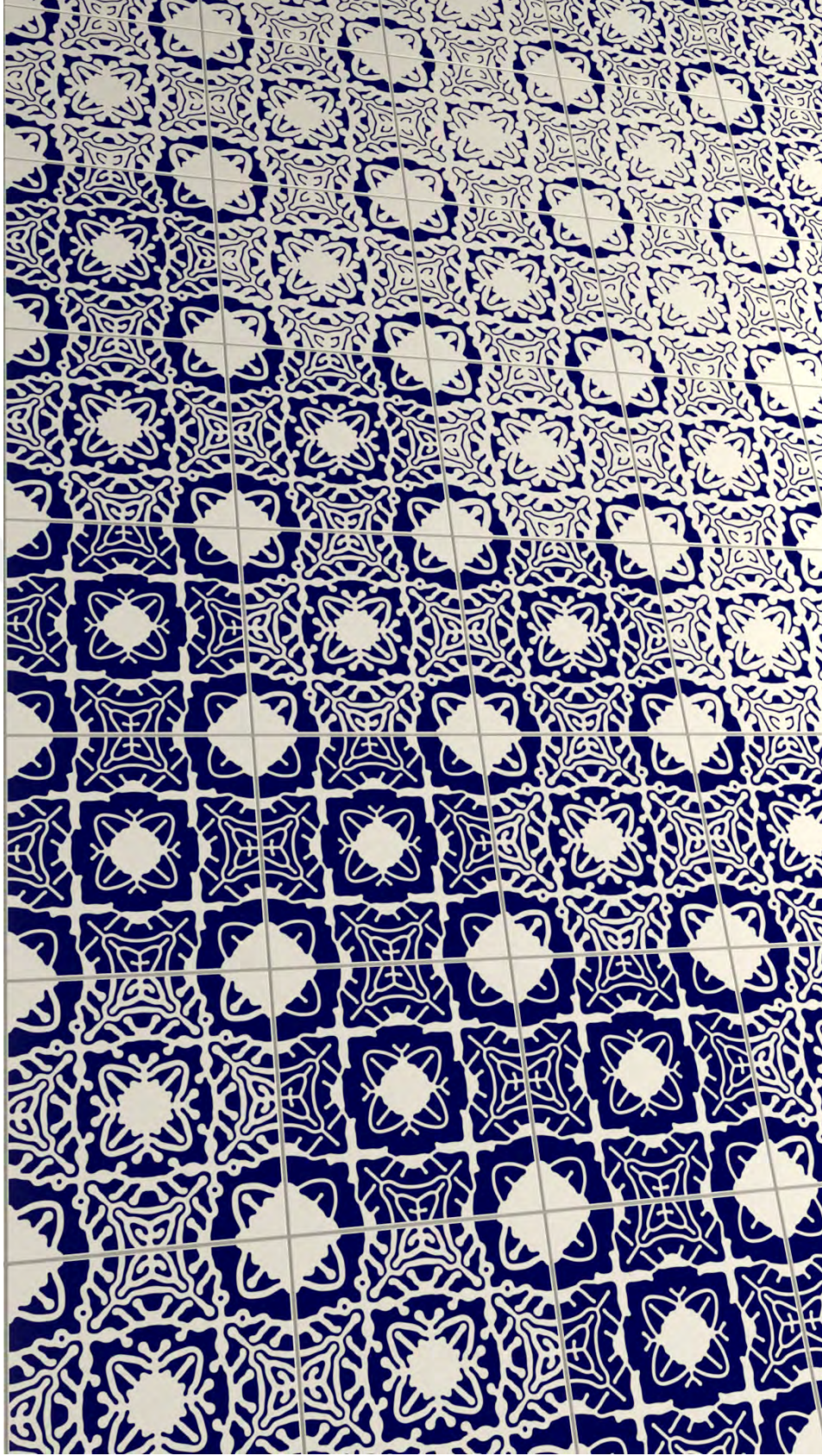
Görsel 86. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.



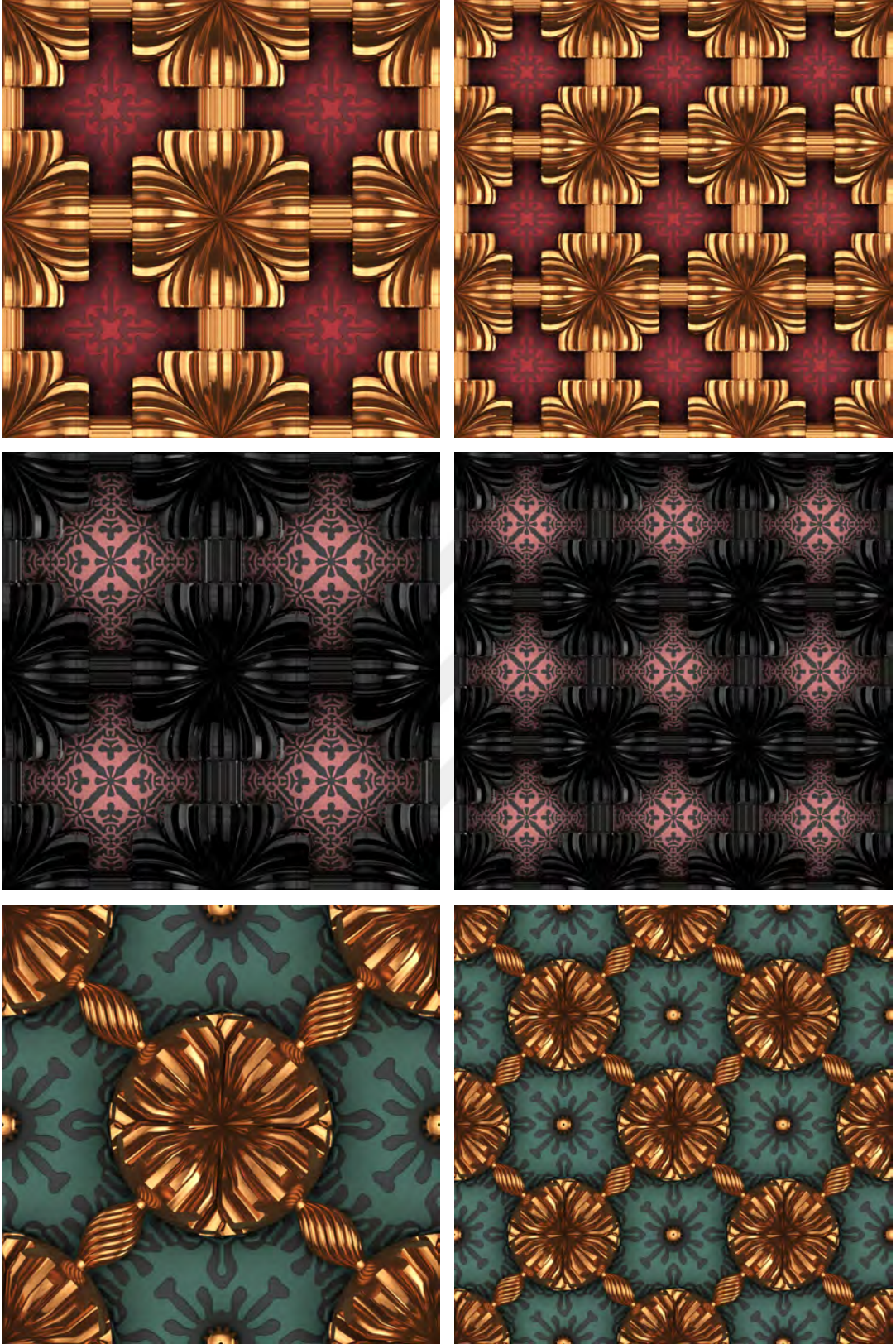
Görsel 87. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.



Görsel 88. RD örnekleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.



Görsel 89. RD örüntüleri ile tasarlanmış seramik karoları uygulaması.



Görsel 90. RD örüntüleri ile tasarlanmış, Viktorya döneminin grotesk estetik algısını yansıtan retro-fütüristik duvar uygulamaları.

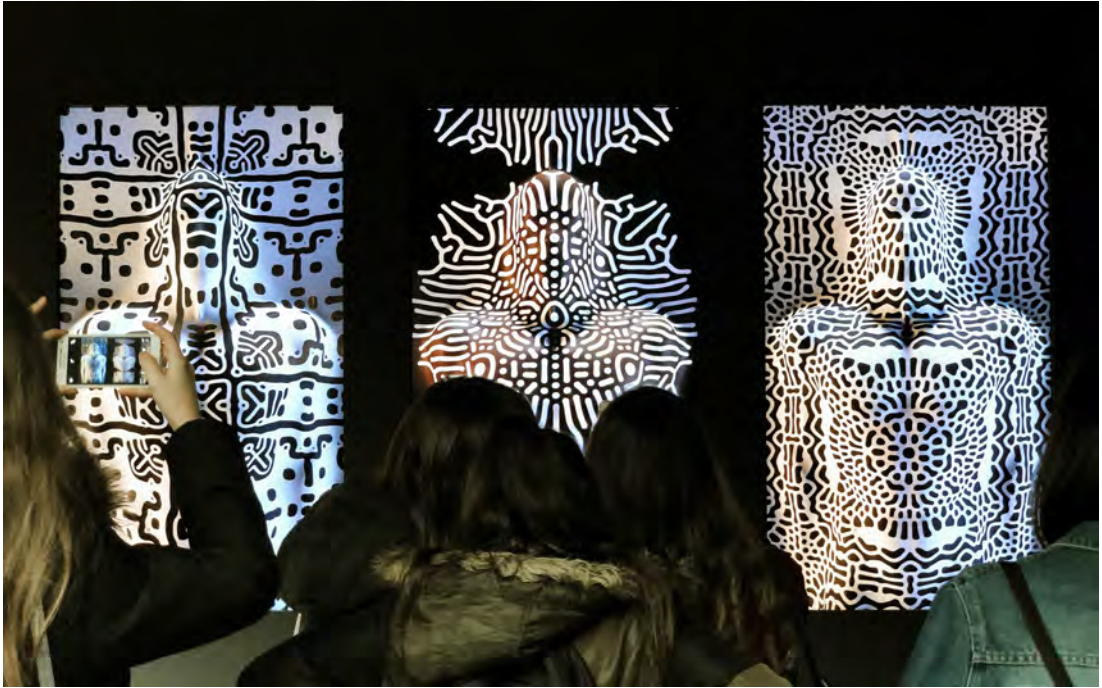
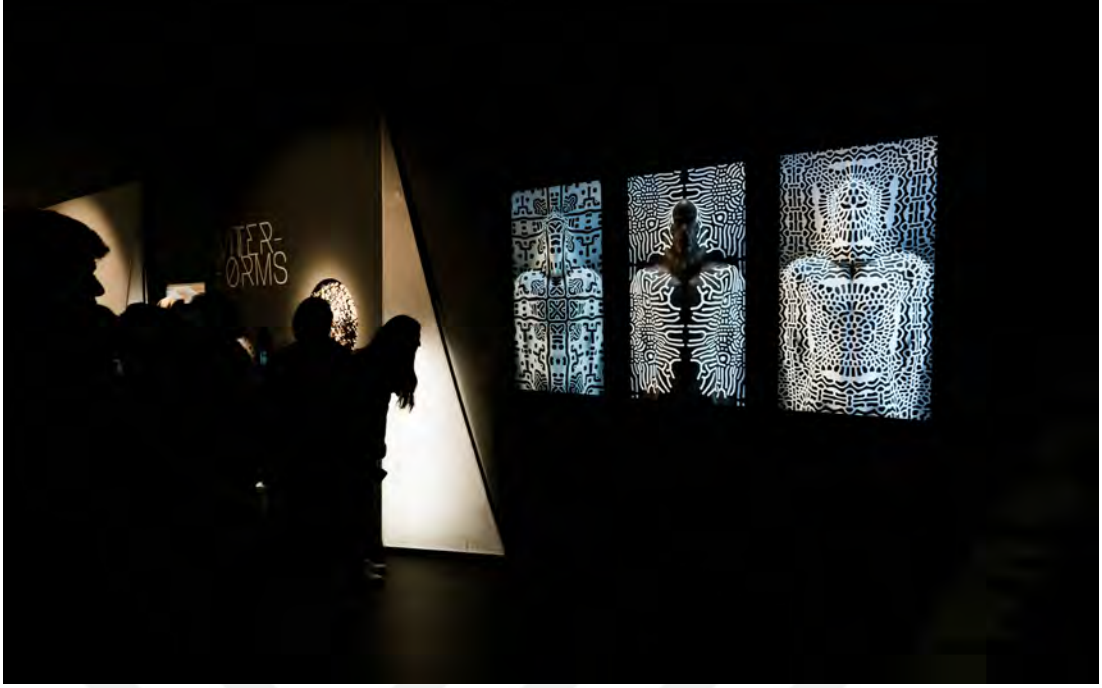
5.2.5. (2018) “Tribal Transmorph” Çalışması

2018 yılında, bu araştırma ve uygulama sürecinin son çalışması olan “Tribal Transmorph: Meta Morphogenetic Fabric of the Humanoid Appearance” adlı çalışmayı tasarlanmıştır. Bu çalışma, Design Week Turkey’18 ve Digilogue Future Tellers’18 sergilerinde yer almıştır.

Bu çalışma, algoritmik biyomimikri yaklaşımı ile tasarlanmış bir dijital morfogenez örneğidir. Tasarım sürecinde, “Doğa, bünyesindeki nice canlının desenini tasarladığı yöntemi ile insanın derisini tasarlasaydı ve bu desenler coğrafi ve etnik koşullara göre çeşitlilik gösterseydi, ne gibi sonuçlar ile karşılaşırıldık?” ve “İnsansı görünümün ve suretlerin algoritması tanımlanabilir mi?” sorularına cevap aranmıştır. Evrim serüvenine dijital atmosferde devam eden insanın kültürel varlıklarının, dijital atmosferin kanunları olan algoritmalar ile nasıl şekillendiği araştırılmıştır. Dijital Dünya’daki evriminin başında olan ve dijital yaşantısındaki takdimi için kimlik arayan insana, çeşitliliğe sahip ve etno-fütüristik nitelikte bir görsel kültür tasarlanmıştır. Bu çalışmanın ses tasarımı Mehmet Kemaloğlu tarafından bestelenmiştir.



Görsel 91. Tribal Transmorph (2018) çalışmasının sergileme önerisi.



Görsel 92. Tribal Transmorph çalışmasının Design Week Turkey 2018’de sergilenmesi.



Görsel 93. Tribal Transmorph: Güney Amerika | Maske 01



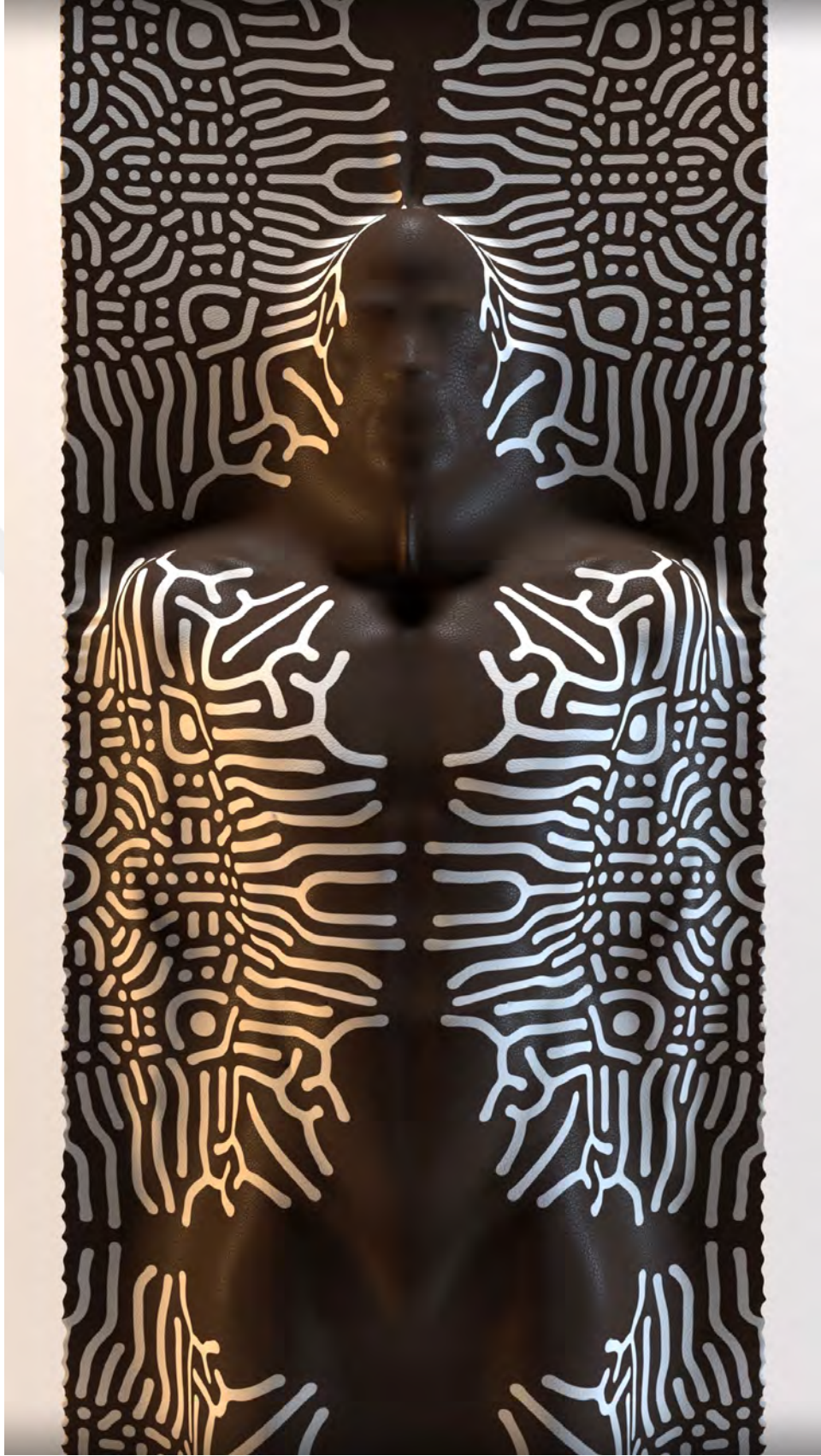
Görsel 94. Tribal Transmorph: Güney Amerika | Maske 02



Görsel 95. Tribal Transmorph: Güney Amerika | Maske 03



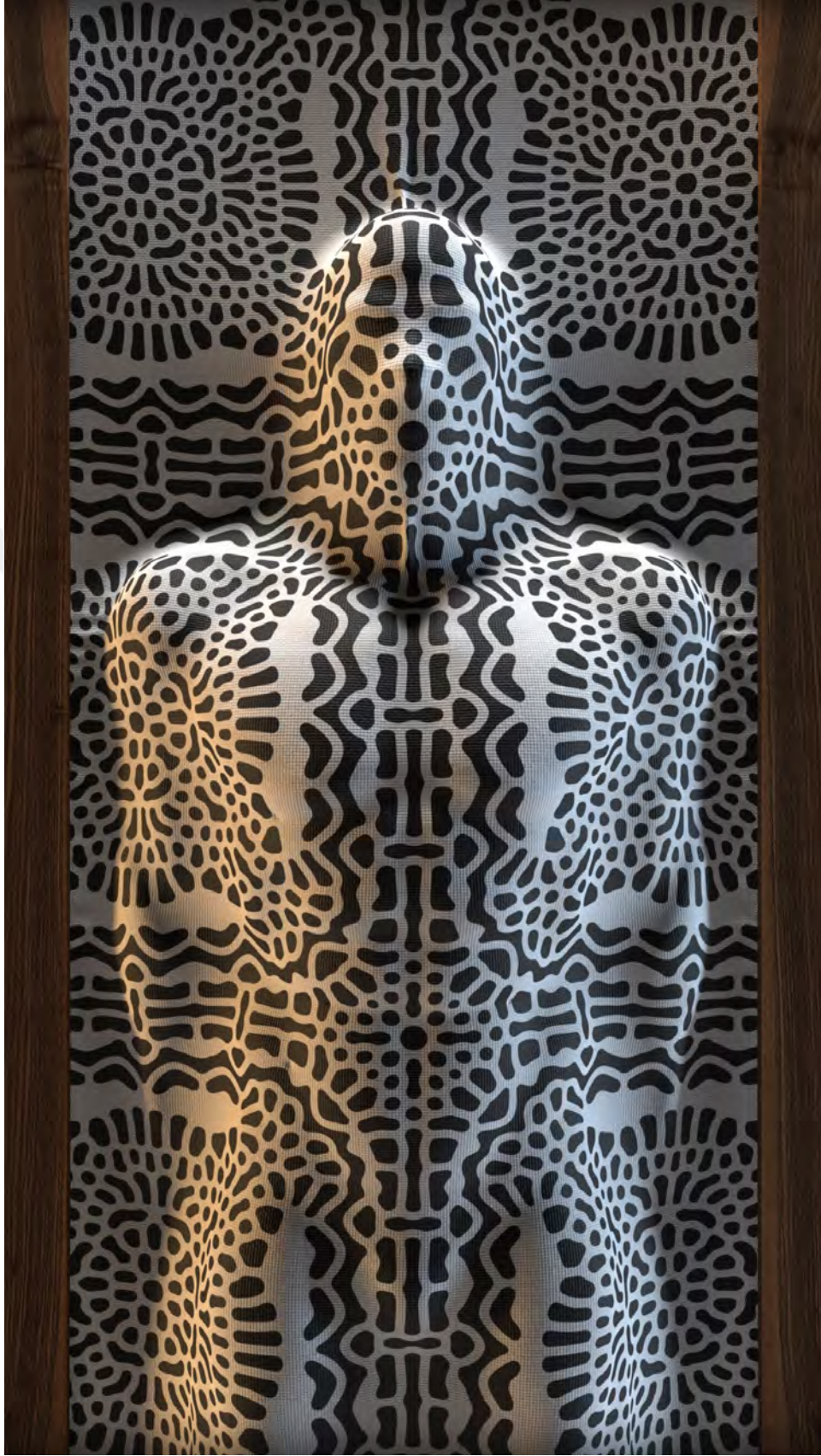
Görsel 96. Tribal Transmorph: Güney Afrika | Maske 01



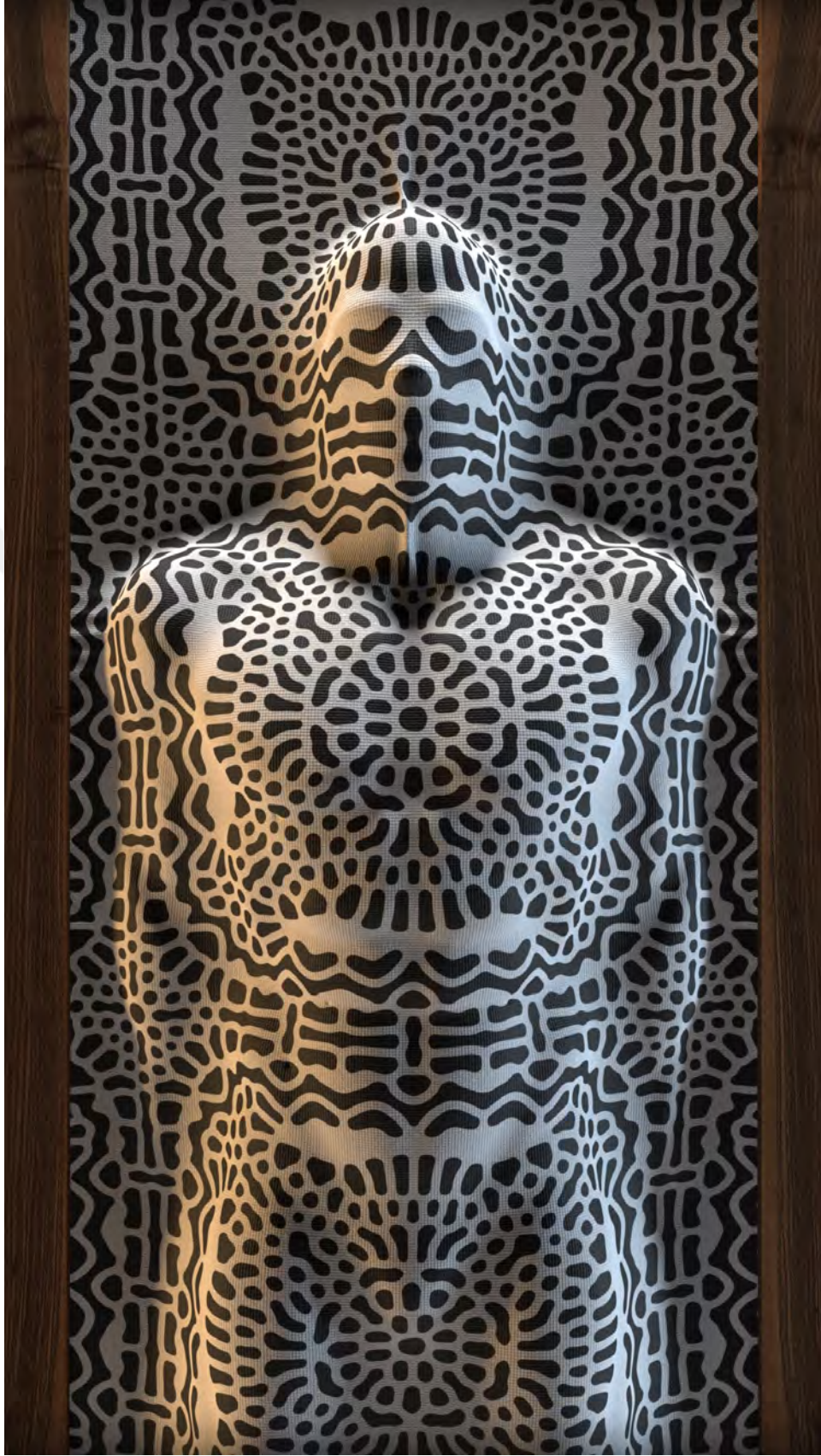
Görsel 97. Tribal Transmorph: Güney Afrika | Maske 02



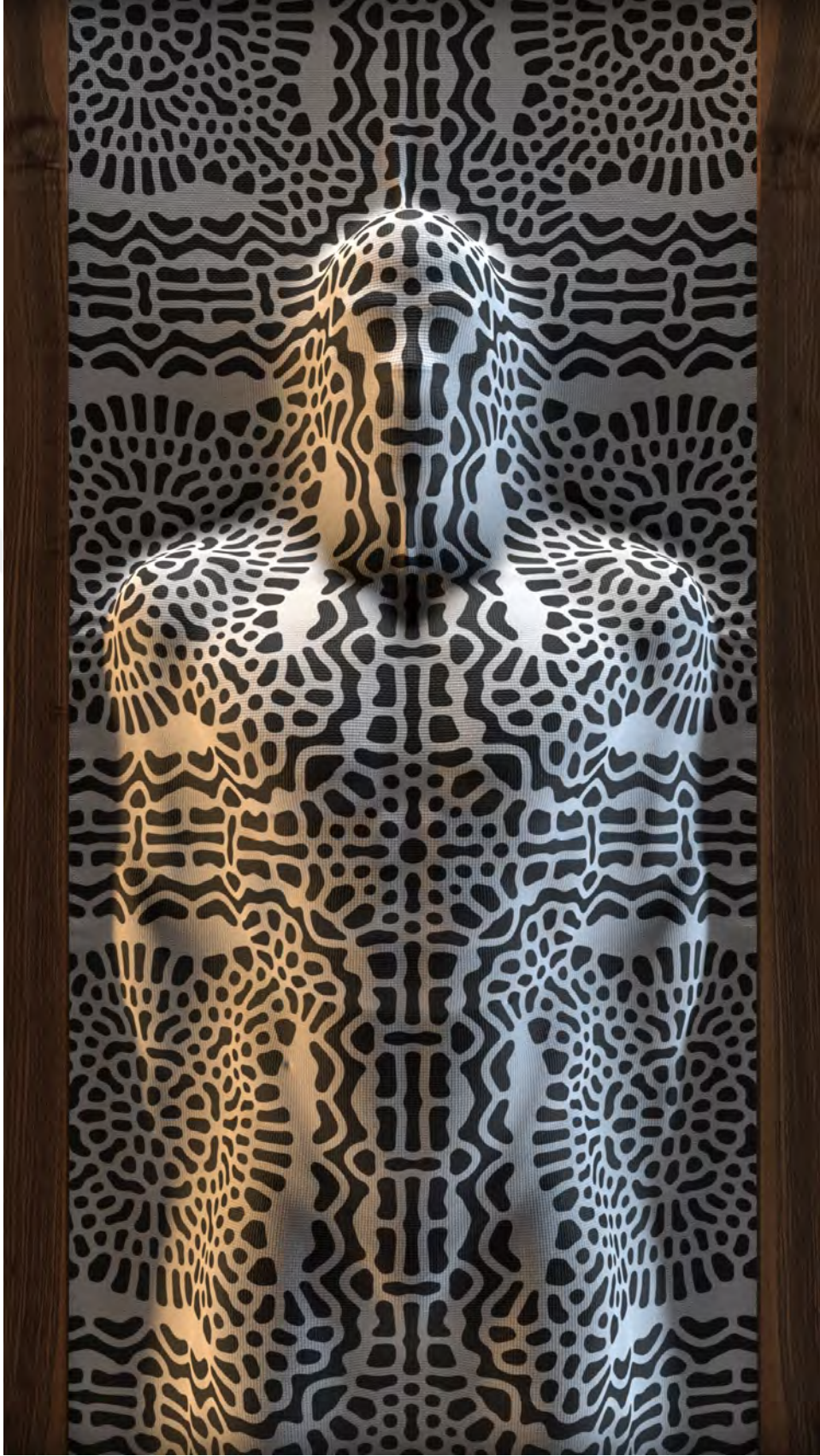
Görsel 98. Tribal Transmorph: Güney Afrika | Maske 03



Görsel 99. Tribal Transmorph: Doğu Asya | Maske 01



Görsel 100. Tribal Transmorph: Doğu Asya | Maske 02



Görsel 101. Tribal Transmorph: Doğu Asya | Maske 03

SONUÇ

İki yüz yıl önce Karl Marks, geçtiğimiz yüz yıl içinde Arthur C. Clarke, Marshall McLuhan, Henri Lefebvre, Vilém Flusser ve Jean Baudrillard ve günümüzde ise Yuval Noah Harari, Kevin Kelly, Nicholas Negroponte ve Raymond Kurzweil'in öngörülleri ile bir gelecek tasvir ettiler. Hepsinin öngörülleri kronolojik olarak birbiri üzerine inşa olan, parça parça büyük bir resmi açığa çıkaran ve insanlık için aynı evrim senaryosunu tasvir eden niteliktedir.

Sonuç bölümünde öncelikle, parçalardan birleşen bu büyük resmin özeti tasvir edilecektir. Bu tasvirin sonuç bölümünde yer almasını sağlayan özgün bir değeri vardır: Söz konusu farklı ve çeşitli kaynakları bir araya getirerek ortak bir ekosistem tanımlamaktadır. Bu ekosistemin günümüzde sunduğu güncel yaşam modelinin temel sosyo-teknolojik dinamiklerini belirlemekte ve birbirleri ile ilişkilendirmektedir. İnsanın yeni yaşam modelindeki rolünü ve sorumluluklarını tasarım disiplinin mesleki bakış açısından sorgulamaktadır.

Teknoloji doğal yaşantının bir uzantısıdır. Biyolojik bir süreç olduğunu düşündüğümüz evrim, teknoloji küresi içerisinde devam ederek organik yaşantıdan inorganik yaşantıya geçecektir. Sonuç olarak evrim, esasında bilginin saklanması ve aktarılması sürecidir. DNA ise bunu sağlamak için evrilmiş organik bir çözümdür ve inorganik olan teknoloji küresinin de bu süreci devam ettirecek çözümleri geliştirmektedir. Teknolojinin gelişiminin ve yaşam üzerinde neden olduğu dönüşümün hızı katlanarak artmaktadır. Teknoloji bu eğilimi kâinattan almakta, büyük patlamadan itibaren devam eden bir örüntünün dünya yaşantısı üzerinde devam eden en güncel aşaması olarak devam ettirmektedir.

İnsan denilen varlık beyin ve bedenin sunduğu biyolojik sınırlılıkları aşarak yaşamını teknolojik küreye taşıyabilir. İnsan moleküllerden oluşan belirli bir kompozisyon olmanın ötesinde evrimleşen bir örüntüdür. İnsan, teknoloji küresinin görünür katmanı olan dijital atmosferi inşa etmekte ve yaşantısını bu atmosfere göç ettirmektedir. Dijital atmosfer fiziksel atmosferin üzerini kaplamakta, yeni ve hibrid bir yaşam modelini açığa çıkarmaktadır. Endüstri 4.0'ın sunduğu yeni yaşam modelinde fiziksel, dijital ve biyolojik alanlar arasındaki sınırlar ortadan kalkmaya başlamıştır.

Endüstri 4.0'ın sunduğu yeni yaşam modelinin; Genel amaçlı teknolojisi yapay zekâdır. Çözüm metodolojisi bilgisayarimsal düşüncedir. Hammaddesi veridir. Bu olguların insana sağladığı güç, onun 'homo sapiens' türünden yeni bir türe doğru evrilmesine neden olacaktır. Bu yeni tür, insanın daha önceleri ancak tanrılara atfedebildiği ilahi yaratma ve yok etme güçlerine sahip olacaktır.

Evrenin özü bilgisayarımsaldır ve yaşam bir algoritmadır. Bilgisayarimsal düşünme ve bilgisayarimsal tasarlama gücüne sahip olan insan dijital atmosfer ile kendinin tanrı pozisyonunda olduğu evrenini tasarlamaktadır. Yapay zekâ sahibi inorganik yaşam formları dijital atmosferin bireyleri olacaktır.

Yeni bir türe, Harari'nin tanımı ile Homo Deus'a evrilmeye aday olan insanın edindiği ilahi güç ile dijital atmosferdeki yaşantının fenomenlerini, kanunlarını, sistemlerini, mekanlarını, ürünlerini, hizmetlerini tasarlaması görevinde, bir diğer tanrısal sorumluluğu daha edinmektedir. Bu sorumluluk, dijital atmosferin evrim süreci için gerekli olan seçim verisini sağlaması ve yaratımın sanatsal – estetik yönetimini gerçekleştirmesidir. Seçim verisi, insanın tercihleri doğrultusunda oluşan veridir. Dijital atmosferdeki evrim, bu veriden makine öğrenimi (*machine learning*) yolu ile öğrenmekte ve ilerlemektedir. Sanatsal – estetik yönetim ise yaratımlardaki çeşitliliği, farklılığı ve özgünlüğü sağlayacak olan gerekliliktir. Dijital atmosferdeki yaratımı ve yaşamı, fiziksel atmosferdeki gibi çeşitli ve özgün yapacak olan, dijital atmosferin tanrısı olan insanın keyfi tercihleridir.

Kuantum bilimi bulguları fiziksel evrenin ve dolayısıyla Dünya'daki yaşantının, üstün ve tekil olan bir bilincin müstakil gibi gözüken holografik yansımaları olduğunu ifade etmektedir. Bu bilginin ışığında "N+1. Gerçeklik" teorisinden bahsedebiliriz. Fiziksel evren N. seviye gerçekliktir. Bu gerçekliğin içinde müstakil gibi gözüken bilinçler olan insanlık, gerçekliğin kendisi olan tekil üst bilincin vasıflarının kısıtlı bir kompozisyonu olarak var olmuştur. İnsanlık, canlısı olduğu fiziksel evrenin kanunlarına – fenomenlerine hükmedemez ve değiştiremez. Fakat insanlık, fraktal gibi tekerrür eden bir örüntü misali, N+1. seviye gerçeklik olan dijital evreni yaratmaktadır. Dijital evrenin kanunlarını – fenomenlerini kendi tasarlar ve onlar üzerinde hüküm sahibidir. Geliştirdiği yapay zekâ ile bu evrenin canlılarını yaratmaktadır. Bu evrenin canlıları da insanın varlıksak vasıflarının çok kısıtlı bir kompozisyonu ola-

rak var olmaktadır. Tasvir edildiği üzere tekerrür eden bir oluş halinden söz edebiliriz. Bu tezde bu olgu “N+1. Gerçeklik” teorisi olarak isimlendirilmiştir.

Dijital atmosferdeki yaşantının fenomenlerini, kanunlarını, sistemlerini, mekânlarını, ürünlerini, hizmetlerini tasarlama amacını edinen insanın örnek bir modele, bir referansa ihtiyacı vardır. Yaratmak; hayal etmek, tasarlamak ve üretmek için insanın bir referans ve bir motivasyon kaynağına ihtiyacı vardır. İnsanın hayal edebilmesi yeteneği sahip olduğu bilgi havuzu ile sınırlıdır. Bu bilgi havuzunun ana kaynağı ise insanı çevreleyen doğa olmuştur. Doğa, tarih boyunca insanın tasarlayabilmesindeki birincil ilham kaynağıdır. İnsanlık var olmayı düşünebilmek için bile var olana muhtaçtır. Bu noktada insan, dijital atmosferin inşasında doğanın 3,8 milyar yıllık tecrübesinden bir açık-kaynak olarak yararlanmalıdır. İnsanın yararlanabileceği tek model olan doğadan öğrenmesinin gerekliliğinin ikinci yönü; insan türünün de doğadaki yaşam modelinin bir parçası olduğu için, ancak doğanın yaratım dili ile tasarlanmış olanı okuyabileceği ve anlamlandırabileceği gerçeğidir. İnsan tarafından algılanabilecek ve okunurluğu olacak yeni bir gerçeklik seviyesi ancak doğanın yaratım dili ile tasarlanabilir.

Bu tez, insanın önündeki bu göreve çözüm olarak; yarım asırdan fazla süredir süregelen dijital morfogenez çalışmalarının oluşturduğu birikimi, Endüstri 4.0 çağının bilgisayarlı tasarım algısı ve özü doğadan öğrenme olan biyomimikri yaklaşımı ile güncelleyerek, yeni bir kavram olan “algoritmik biyomimikri” terimini önermektedir. Biyomimikri, doğanın milyarlarca yıllık zaman içinde kendini kanıtlamış olan modellerini ve stratejilerini örnek alarak insanın zorluklarına sürdürülebilir çözümler arayan bir yaklaşımdır. Algoritmik biyomimikri, daha derin bir yaklaşım olarak, tasarım problemlerini çözmek üzere doğayı anlamak ve doğadan yararlanmak için doğal fenomenleri dijital atmosferde simüle etmektedir.

Eller ve fizik kanunları ile gerçekleştirilen analog tasarım pratiği, zihin ve bilgisayar bilimi ile gerçekleştirilen dijital tasarıma dönüşmüştür. Bunu zihin ve hiper-gerçekçi fenomenal süreçler olarak da görebiliriz. Dijital atmosferin yeni yaratıcı fenomenal kanunlarını tasarlarken, doğanın 3,8 milyar yıllık tecrübesinden öğrenmek istiyorsak algoritmik biyomimikri yöntemi çözüm olarak gözükmemektedir.

Fiziksel Dünya’nın sınırlamaları vardır; doğanın parametreleri değiştirilemez. Fakat doğanın fenomenlerini algoritmalar aracılığıyla dijital platformda canlandırmak hi-

per-gerçekliği kurgulayabilme olanağını doğurmaktadır. Yani; gerçekliğin özüne sağdık kalarak, parametreleri değiştirebilmeyi ve farklı gerçeklikleri deneyimleyebilmeyi sağlamaktadır. Bu hiper-gerçek deney alanı, canlandırılan fenomenin derûnunu algılayabilmenin ve içinde bulunduğumuz mucizevi yaşamın dengesini çözümleyebilmenin yolunu aydınlatmaktadır. Ayrıca tasarımcıya fiziksel Dünya'nın fenomenleri üzerinde çok geniş bir yetki alanı sunmaktadır.

Tasarım disiplinlerinin faaliyetleri, pratikleri, ürün ve hizmetleri fiziksel gerçeklikten dijital geçekliğe, yani hiper-gerçekliğe göç ettiği için, fiziksel gerçeklikte iken kısıtlamasında oldukları kanunsal – fenomenal sınırlarda genişlemiştir.

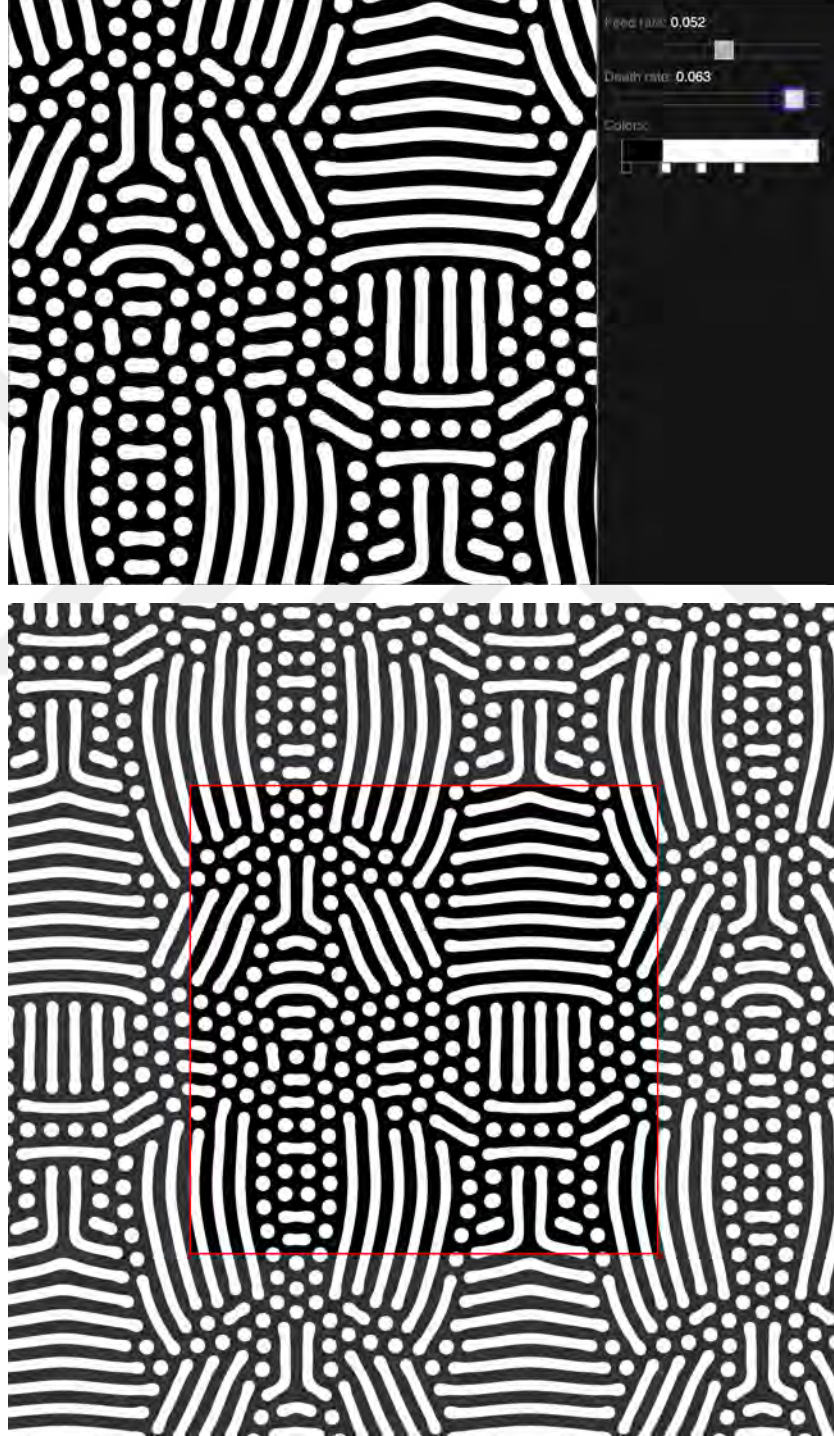
Dijital atmosferin görsel tasarımı, tasarım disiplinleri arasındaki sınırlar saydamlaşmıştır. Bilgisayımsal tasarım metodolojisi ile tasarım disiplinlerini karmaşık (*complex*) sistem tasarımı noktasında birleştirmekte, bu disiplinlerin ortak sorumluluklarını kapsayan yeni ve bütünleşik bir bilim dalı ve bir meslek olma yolunda ilerlemektedir. Tasarım mesleğinin faaliyet alanı mekân-zamansal (*spatio-temporal*) ve hiper-gerçekçidir. Süreçler ise ürünlere dönüşmektedir. İnsanın yaşantısını şekillendiren ürün ve hizmetler, nesne olmaktan süreç olmaya doğru dönüşmektedir. Ürün ve hizmetler; zamansal olarak yaşanan ve mekânsal olarak algılanan, deneyim yaşatmaya odaklı ve devamlı değişim halinde olan evrimsel süreçler haline gelmektedir. “Süreç” kavramı yeni çağın algısıdır: semantik olarak zenginleşmekte, anlamı derinleşmekte ve zihinlerde yeni karşılıklar kazanmaktadır.

Bu tezin sonuçlarına dahil olan, uygulama çalışmaları sürecinde edindiği özgün bulgular aşağıdaki başlıklarda sunulmaktadır.

Tezin *Reaction-Diffusion* Sistemleri İle İlgili Tespitleri

Bilgisayım başka bir bakış açısı ile karmaşıklığın (*complexity*) bilimidir; bir sistem bilimidir. Bu faaliyete dair olan bilgisayarımsal düşünce ise sistemik bir duyudur. Evren ise başlı başına karmaşık ve bilgisayarımsal bir sistemdir. Evrendeki her şey bilgisayarımsaldır ve yaşam ise algoritmik bir düzendir. Bu noktada bilgisayar bilimi, yani bilgisayarım faaliyeti, evreni “her an yeni bir şanda” olan bir sistem olarak idrak edebilmenin bilimsel bir yöntemi olarak belirlemektedir. *Reaction-Diffusion* (RD) sistemi ise bu gaye için mükemmel bir araçtır.

RD sistemi, evrene dair olan başlangıç (*tekvin: genesis*) – evrim – yok oluş döngüsünü kavramsallaştırmaktadır. Bu döngüyü büyük patlama ile başlayan evrenin yekûnunda, tek hücreli organizmadan evrilen insanlıkta ve tek hücreli spermden büyüyen bireyde gözlemleriz. Bu; evrenin azim döngüsüdür. Bu döngü, RD sisteminde ise kavramsal olarak gerçekleşmektedir.



Görsel 102. Üstteki arayüzde üretilen RD örüntüsünün tekrarlayan yapısı alttaki örnekte anlaşılmaktadır. Üst sınır ile alt sınır ve sağ sınır ile son sınır arasında devamlılık vardır.

RD sistemi için tanımlanmış simülasyon alanını müstakil bir evren olarak düşünebiliriz. İki boyutlu olarak tanımlanan simülasyon alanının üst sınırı ile alt sınırı arasında ve sağ sınırı ile sol sınırı arasında devam eden bir bağlantı vardır. Aslında çerçevesel bir sınır yoktur ve kendi içinde sonsuza giden bir devamlılık vardır. Simülasyonun iki boyutlu görüntüsünün arkasında çok boyutlu ve sonsuza giden bir yapısı vardır. Sınır bizim simülasyonu iki boyutlu algılayabilmemiz ve lineer olarak müdahale edebilmemiz için görsel olarak vardır (Bkz. Görsel. 102).

Bu yapı üç boyutlu (3D) bir evrenin iki boyuta (2D) indirgenmesidir. Tasarımcının her müdahalesinin, zincirleme olarak evrendeki her zerreyi etkilediği ve devamlı olarak yeniden örgütlenmesini sağladığı determinist bir sistemi temsil etmektedir. Farkın ve ayrılığın gözetilmediği evrenin kumaşından, siyah ve beyazın ayrıldığı holografik görsel formlara geçişin, kolay algılayabileceğimiz, gözlemleyebileceğimiz ve deneyleyebileceğimiz yalınlıkta sembolik bir örneklem olmaktadır.

Sistem başlangıçta homojendir. RD algoritmasının form tasarlama stratejisi, iki ayrı maddenin birbirine nüfuz ederek şekil alması üzerinedir. Bir madde yoktan büyü-mekte, diğer madde ise her yerde mevcut iken diğer maddenin büyümesine izin vermektedir.

Tezin Bilgisaymsal Tasarım Sistemleri İle İlgili Tespitleri

Bu tezin araştırma sürecinde, RD sistemini deneyimleyerek geçen yoğun sürecin ardından, bilgisayarimsal ve süreç-odaklı tasarım için genelleyebileceğimiz tespitler oluşmuştur.

RD gibi yaratıcı bir sistemin akış halindeki süreci ile iletişime girmek başka bir bakış açısını da gündeme getirir. Sistem ve tasarımcı arasındaki bu söz konusu diyalog, başlı başına bilgisayarimsal bir metodoloji olarak, dijital tasarım pratiği için yeni ve özgündür. Alışılmış olan planlama, inşa etme ve montajlama pratiğini büyütme pratiğine dönüştürmektedir. Bu noktada tasarımcının farklı zihin ve kas becerileri geliştirmesi gerekir. Yaratıcı sistem tasarımcı tarafından evcilleştirilmesi gereken canlı bir varlık halini alır. Tasarımcı yaratım sürecine olan en ufak müdahalelerin sonuçlarını gözlemleyerek, arzuladığı sonuçlara nasıl ulaşacağına dair bir zihin ve kas hafızası oluşturur. Tasarımcıda süreci yönetmeye dair bir nevi bir pilotajlık ye-

tisinin gelişmesini gerektirir. Sistemi yönetmenin zihin ve kas koordinasyonunu, hafızasını ve deneyimini gerektirmesi, tasarımcı için yeni bir enstrümanı çalmayı öğrenmesi gibidir. Yaratıcı sistem, tasarımcı için bir enstrüman haline gelir.

Tasarımcının yaratıcı sistemi enstrüman gibi çalmayı öğrenerek, süreç üzerinde kurduğu hakimiyet ile arzu ettiği sonuçlara ulaşması, ilk andan itibaren belli bir sonucu arzu ediyor olması yani sonuç-odaklı olması demek değildir. Yaratıcı ve evrimsel sistemler muazzam sürprizlerle dolup taşar. Tasarımcı kurduğu hakimiyet ile aslında ince ayrıntılar arasında tercihler yapabilmektedir. Bu ulaşacağı nihai ürünü tasavvur ediyor olması demek değildir. Edindiği hakimiyet ile ancak büyüme sürecinde bulunduğu anın bir veya iki adım sonrasını öngörebilir ve arzu edebilir. Zaten evrimsel süreçlerde bitmiş ve tamamlanmış bir evre hiçbir zaman yoktur, sonsuz akışın tercih edilen 'an'ları vardır (Goethe, 2011). Bu yeni çağın süreç-odaklı tasarım pratiğidir ve iki yönlüdür. Birinci yönünde tasarımcı süreç-odaklı olarak, bir algoritma dili ile yaratım sürecini tasarlar. İkinci yönünde ise tasarımcı yine süreç-odaklı olarak, tasarladığı sürecin pilotajlığını öğrenir ve gerçekleştirir.

Dijital tasarımdaki bu yeni uygulama ve gerektirdiği yeni beceriler aslında bir derecede tanındıktır. Bu, fiziksel atmosferin geleneksel zanaatlarında görülmektedir. Daha önce verilen ebru sanatı örneği gibi bu sefer cam üfleme sanatına bakılırsa, tasarımcının cam formunu oluşturması, ateşin ve erime gibi kimyasal bir reaksiyonun, yani doğanın fenomenal süreçlerinin, ehlileştirilmesi ve süreç üzerinde eşzamanlı ve koordine zihin ve kas hakimiyeti kazanılması olarak görülmektedir. Fiziksel atmosferin bütün geleneksel tasarım yöntemleri bu örnekteki gibi fizik kanunları (*doğanın fenomenleri*) ve eller (*kas hakimiyeti*) sınıflandırması altında incelenebilir. John Maeda, Design in Tech raporundaki klasik tasarım ve bilgisayarlı tasarım arasındaki farklar bölümünde bu sınıflandırmalara değinmiştir (DiT Team, 2017). Klasik tasarımı “eller ve fizik kanunları” ile, bilgisayarlı tasarımı ise “zihin ve bilgisayar bilimleri / sosyal bilimler” ile tanımlamıştır. Dijital atmosferdeki bilgisayarlı tasarımda da fenomenal bir süreci ehlileştirme açısından büyük benzerlik vardır. Fakat bu sefer, Harari'nin ifadesi ile “ilahi bir yaratma ve yok etme gücüne sahip olan” homo deus adayı insan, yaratımı sağlayan fenomenal süreçleri kendi tasarlamaktadır. Bu şekilde süreç-odaklı ve bilgisayarlı olan tasarımın farkı, zihni ön plana alarak, daha önce doğada gözlemlediğimiz yaratımlar gibi hayalin ötesin-

de ve emsali olmayan nitelikte karmaşık (*complex*) tasarımları gerçekleştirmeye olanak sunmasıdır.

Bu benzeşim, fiziksel el sanatının, dijital zihin sanatı olan karşılığıdır. El sanatını değerli yapan, her bir parçanın yegâne olması, tekrar edilemez olması ve aşırı duyarlı yaratım sürecinin karşısında tasarımcının değişken pilotajlığından kaynaklanan “kusurlar” barındırmasıdır. Şimdi geleneksel el sanatını değerli kılan bütün bu nitelikleri artık, süreç-odaklı bilgisayarlı zihin sanatı için de söylenebilmektedir. Bilgisayarlı metodoloji, dijital üretime dair olan “kusursuz, tekrar edilebilir, öngörülebilir ve değersiz” algısını yıkmaktadır.

Yukarıdaki ifadede, zanaat, sanat ve tasarımcı kelimelerini peş peşe aynı çaba için kullanılmıştır. Bu kavramların ortak kesişim alanı, insanlığın tarihindeki en mükemmel yaratımlarını gerçekleştirmesini sağlamıştır. Tezin teorik kısmında değindiğimiz gibi, yeni çağın insanının inşa ettiği dijital atmosfer ve onun için tasarladığı hiper-gerçekçi dijital fenomenler, bu kesişim alanının genişlemesini sağlamaktadır. Sabır, bilgi ve deneyim ile açığa çıkan zanaatın sonucu olan, bir sanat eseri olarak dışavurumu olan ve bir tasarım ürünü olarak hizmet veren insan yaratımlarının tarihte emsali olmayan nicelerine, adım attığımız yeni çağda tanık olacağız.

KAYNAKLAR

- Agkathidis, A. (2015). *Generative Design: Form-Finding Techniques in Architecture*. London: Laurence King Publishing.
- Alexander, C. (2011). Systems Generating Systems. In A. Menges, & S. Ahlquist, *Computational Design Thinking* (pp. 58-67). Wiley.
- Arpak, A. (2012, 11). The Design Methods Movement: The Rationalization of Design in the 1960s Through Positivist and Phenomenological Models. *Dosya*(29), 32-37.
- Artut, S. (2014). *Teknoloji-İnsan Birlikteliği*. İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Bach, J. (2016). *Everything Is Computation* . Retrieved from Edge: <https://www.edge.org/response-detail/26733>
- Balter, M. (2002, 01 11). From a Modern Human's Brow--or Doodling? *Science*, 295(5553), pp. 247-249.
- Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimetics—using nature to inspire human innovation. *Bioinspiration & Biomimetics*, 1(1), 1-12.
- Baudrillard, J. (1994). *Simulacra and Simulation*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- BBC. (2019, 07 09). *Why algorithms are called algorithms?* Retrieved from BBC Ideas: <https://www.bbc.com/ideas/videos/why-algorithms-are-called-algorithms/p07gdlwf>
- Bense, M. (2016). Small Abstract Aesthetics. In C. Paul, *A Companion to Digital Art* (pp. 249-264). John Wiley & Sons Inc.
- Benyus, J. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: Williams and Morrow & Co.

- Berry, D. M. (2012, 04 10). *Computationality and the New Aesthetic*. Retrieved from Imperica: <https://www.imperica.com/en/david-m-berry-computationality-and-the-new-aesthetic>
- Bertalanffy, L. v. (1969). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Bertalanffy, L. v. (2011). The Meaning of General System Theory. In A. Menges, & S. Ahlquist, *Computational Design Thinking* (pp. 50-57). Wiley.
- Beslioglu, B. (2011). An Inquiry into the Computational Design Culture in Turkey: A Re-Interpretation of the Generative Works of Sedad Hakki Eldem and İlhan Koman. *Intercultural Understanding*, 9-15.
- BestReviews. (2014). Retrieved from BestReviews: <https://bestreviews.com/electronics#evolution-of-the-desk>
- Birkhoff, G. D. (1933). *Aesthetic Measure*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Boden, M. A. (2004). *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*. London and New York: Routledge.
- Boden, M. A. (2009). Computer Models of Creativity. *AI Magazine, Fall*, pp. 23-34.
- Bool, F. H., Kist, J. R., & Wierda, F. (1982). *M.C. Escher: His Life and Complete Graphic Work: With a Fully Illustrated Catalogue*. New York: H.N. Abrams.
- Bridle, J. (2011). *The New Aesthetic*. Retrieved from <https://jamesbridle.com/works/the-new-aesthetic>
- Brown, D. (2015, 03 04). The Third Industrial Revolution - Internet, Energy And A New Financial System. (G. d. Vasconcelos, Interviewer) Forbes.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. W. Norton Company.

- Burnham, J. (1968). *Systems Esthetic*. Artforum.
- Casas, N. (2013, 1 15). *Luminaries speak at arch. lecture series*. Retrieved from archone: <https://one.arch.tamu.edu/news/2013/1/15/spring2013-architecture-lectures-lecture-series/>
- Chunglin, K. (2006). The Programming of Interdisciplinary Research through Informal Science-Policy Interactions. *Science and Public Policy*, 33(6), 457-467.
- Clarke, A. C. (1964). Opening speech of the General Motors Pavilion at the 1964 World Fair. New York.
- Contreras-Koterbay, S., & Mirocha, Ł. (2016). *The New Aesthetic and Art: Constellations of the Postdigital*. Amsterdam: Institute of Network Cultures.
- De Jong, K., Schwefel, H.-P., & Fogel, D. B. (1997). A history of evolutionary computation. In *Handbook of Evolutionary Computation* (pp. 1-12). Oxford: Oxford University Press.
- DiT Team. (2017). *Design in Tech Report 2017*. Retrieved from Design in Tech Report: <https://designintechreport.wordpress.com/>
- Dritsas, S. (2012, 11). Dijital ve Fiziksel Duyarlılık. *Dosya*(29), 41-45.
- El-Zeiny, R. M. (2012). Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture. *ASEAN Conference on Environment-Behaviour Studies* (pp. 502-512). Bangkok: Elsevier Ltd.
- Erwig, M. (2017). *Once Upon an Algorithm: How Stories Explain Computing*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Fazi, M. B., & Fuller, M. (2016). Computational Aesthetics. In C. Paul, A *Companion to Digital Art* (pp. 281-296). John Wiley & Sons.
- Felski, R. (2000). The Invention of Everyday Life. *Cool Moves: A Journal of Culture/Theory/Politics*(39), 15-31.

- Finn, E. (2017). *What Algorithms Want: Imagination in the Age of Computing*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Fisch, M. (2017). The Nature of Biomimicry: Toward a Novel Technological Culture. *Science, Technology, & Human Values*, 1-27.
- Fogel, L. J. (1999). *Intelligence through Simulated Evolution: Forty Years of Evolutionary Programming*. New York: Wiley & Sons Inc.
- Gönenç Sorguç, A. (2015). Dancing with Isometries in Architecture. *Nexus Network Journal*, 17(2), 641–654pu.
- Gün, O. Y. (2012, 11). Theorists of Design and Computation. *Dosya*(29), 1-5.
- Gürsel Dino, İ. (2015, 2). Tasarım ve Hesaplamanın Doğası. *Dosya*(35), 7-13.
- Gago, R., & Romão, L. (2015). Geometric Identity of Living Structures Translated to an Architectural Design Process. *Generative Design - Biological*. 2, pp. 591-600. eCAADe.
- Galanter, P. (2008). *What is Complexism? Generative Art and the Cultures of Science and the Humanities*. Retrieved from Philip Galanter: http://philipgalanter.com/downloads/ga2008_what_is_complexism.pdf
- Galanter, P. (2016). Generative Art Theory. In A. C. Art, *Christiane, Paul* (pp. 146-180). John Wiley & Sons Inc.
- Gleick, J. (2010, 12 8). *NYR Daily*. Retrieved 1 24, 2016, from The New York Review of Books: <http://www.nybooks.com/daily/2010/12/08/information-palace/>
- Goethe, J. W. (2011). Formation and Transformation. In A. Menges, & S. Ahlquist, *Computational Design Thinking (AD Reader)* (pp. 30-32). Wiley.
- Grinevald, J. (2008). Introduction to Georgescu-Roegen and Degrowth . *Proceedings of the First International Conference on Economic De-Growth*

for Ecological Sustainability and Social Equity (pp. 14-18). Paris: Degrowth Conference Paris 2008 .

Group, T. E. (2004). Emergence: Morphogenetic Design Strategies. *Architectural Design*, 74(3).

Hansmeyer, M. (2012, 06). *Building unimaginable shapes*. Retrieved from TED:
http://www.ted.com/talks/michael_hansmeyer_building_unimaginable_shapes

Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: Yarının Kısa Bir Tarihi*. İstanbul: Kolektif Kitap.

Harari, Y. N. (2016, 08 24). *How will humans have evolved 100 years from now?*
Retrieved from BBC Ideas: <https://www.bbc.com/ideas/videos/how-will-humans-have-evolved-100-years-from-now/p045q3yq>

Hargittai, I., & Hargittai, M. (1994). *Symmetry: A Unifying Concept*. California: Shelter Publications.

Hensel, M., Menges, A., & Weinstock, M. (2004). *Emergence: Morphogenetic Design Strategies* (Vol. 74). Academy Press.

Hensel, M., Menges, A., & Weinstock, M. (2006). *Techniques and Technologies in Morphogenetic Design*. London: Wiley & Sons.

HM Government. (2012). *Open Data White Paper: Unleashing the Potential*.
Minister of State for the Cabinet Office and Paymaster General. London: TSO. Retrieved from data.gov.uk:
https://data.gov.uk/sites/default/files/Open_data_White_Paper.pdf

IBM. (2011, 10). *Big Data Success Stories*. Retrieved 02 09, 2016, from IBM:
<http://public.dhe.ibm.com/software/data/sw-library/big-data/ibm-big-data-success.pdf>

Kelly, K. (2010). *What Technology Wants*. New York: Penguin Group.

- Kelly, K. (2016). *The Inevitable: Understanding the 12 Technological Forces That Will Shape Our Future*. New York: Viking.
- Kohut, T. (2013, 07 22). Algorithmic Surrealism: The New Aesthetic and the Networked Avant-Garde.
- Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. London: Taylor & Francis.
- Kurzweil, R. (1999). *Age of Spiritual Machines*. New York: Viking Press.
- Kurzweil, R. (2001, 03 07). *The Law of Accelerating Returns*. Retrieved from KurzweilAI: <https://www.kurzweilai.net/the-law-of-accelerating-returns>
- Kurzweil, R. (2005). *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Viking Publishing.
- Langton, C. (1997). *Artificial Life: An Overview (Complex Adaptive Systems)*. MIT Press.
- Latham, W., & Todd, S. (1992). *Evolutionary Art and Computers*. London: Academic Press.
- Lefebvre, H. (2004). *Rhythmanalysis: An Introduction*. Londra, New York: Continuum.
- Lovejoy, M. (2004). *Digital Currents: Art in the Electronic Age*. New York: Routledge.
- Madni, A. M. (2007, 01). Transdisciplinarity: Reaching Beyond Disciplines To Find Connections. *Journal of Integrated Design & Process Science*, 11(1), 1-11.
- Mancuso, M. (2011). *A Myriad of Vibrant Phenomena*. Retrieved from Digicult: <http://digicult.it/the-agency/lectures/a-myriad-of-vibrant-phenomena-isea-2011/>
- Mandelbrot, B. B. (1983). *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco. CA: W.H. Freeman.

- McGregor, S. L. (2013, 12). Transdisciplinarity and Biomimicry. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 4, 57-65.
- McKinsey Global Institute. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute. McKinsey & Company.
- McLuhan, M. (1969). *Counterblast*. Harcourt, Brace & World.
- Menges, A., & Ahlquist, S. (2011). *Computational Design Thinking (AD Reader)*. Wiley.
- Menges, A., & Hensel, M. (2008). *Morpho-Ecologies – Towards an Inclusive Discourse on Heterogeneous Architecture*. London: Architectural Association.
- Meyer, J. S. (2000). *Minimalism*. Phaidon.
- Mometti, M. (2017, 11 6). *Human-Data Interaction in The Age of Industry 4.0*. Retrieved from Digicult: <http://digicult.it/news/human-data-interaction-age-industry-4-0-part-1/>
- Mounier-Kuhn, P. (2013). *Mémoires vives – 50 ans d'informatique chez BNP Paribas*. Paris: BNP Paribas.
- OED. (2009, 09). *Oxford English Dictionary*. Retrieved 01 24, 2016, from lagenformation: <http://www.oed.com/view/Entry/95568#eid129552937>
- Pasquinelli, M. (2019, June). Three Thousand Years of Algorithmic Rituals: The Emergence of AI from the Computation of Space. *E-flux Journal*(101).
- Paul, C. (2015). *Digital Art*. London: Thames & Hudson.
- Paul, C. (2016). *A Companion to Digital Art*. John Wiley & Sons Inc.
- Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*. RIBA Publishing.
- Pearce, P. (1978). *Structure in Nature is Strategy for Design*. The MIT Press.

- Popper, K. R. (1968). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Harper & Row.
- Prusinkiewicz, P., Lindenmayer, A., & Hanan, J. (1990). *The Algorithmic Beauty of Plants*. New York: Springer Verlag.
- Reilly, J. E. (2013). Beyond (New) Babylon: The Urban Everyday of Guy Debord and The Situationist International. In J. Derry, & M. Parrot, *The Everyday: Experiences, Concepts, and Narratives* (p. 68). Cambridge Scholars.
- Rosenkrantz, J., & Louis-Rosenberg, J. (2014, 11 14). *Growing Objects*. Retrieved from Nervous System: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/growing-objects/>
- Sageetha, S., & Sreega, A. (2015). No Science No Humans, No New Technologies No changes "Big Data a Great Revolution". (*IJCSIT International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 6(4), 3269-3274.
- Schleife, T. (2018, 01 19). *Google CEO Sundar Pichai says AI is more profound than electricity and fire*. Retrieved from Vox: <https://www.vox.com/2018/1/19/16911180/sundar-pichai-google-fire-electricity-ai>
- Schmitt, O. H. (1969). Some Interesting and Useful Biomimetic Transforms. *Proceeding, Third International Biophysics Congress*, (p. 297). Boston.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. New York: World Economic Forum.
- Schwab, K. (2016, 01 14). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Retrieved from weforum: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Sims, K. (1997). *Galápagos Interactive Exhibit*. Retrieved from Karl Sims: <http://www.karlsims.com/galapagos/index.html>

- Smolan, R., & Erwill, J. (2012). *The Human Face of Big Data*. California: Against All Odds Productions.
- Soddu, C. (1994). The Design of Morphogenesis. An experimental research about the logical procedures in design processes. *Demetra Magazine*, 1.
- Soddu, C. (2002). Visionary Variations. *Generative Art*. Hong Kong: Visual Art Centre.
- Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2011, 03 13). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transaction of The Royal Society A*, 369(1938), 842-867.
- Sterling, B. (2012, 04 02). *An Essay on the New Aesthetic*. Retrieved from Wired: <https://www.wired.com/2012/04/an-essay-on-the-new-aesthetic/>
- Stevens, P. (1974). *Patterns in Nature*. Little, Brown and Company.
- Stiny, G., & Gün, O. Y. (2012, 11). An Open Conversation with George Stiny About Calculating and Design. *Dosya*(29), 6-11.
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture*. Oxford: Elsevier Ltd.
- Thompson, D. W. (1968). *On Growth and Form*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Todd M., P., & Gregory, M. W. (1998). Frankensteinian Methods for Evolutionary Music Composition. In N. Griffith, & P. Todd M., *Musical Networks: Parallel Distributed Perception and Performance*. Cambridge, MA: The MIT Press / Bradford Books.
- Toussaint, G. T. (1988). *Computational Morphology: A Computational Geometric Approach to the Analysis Of Form*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Turing, A. (1952). The Chemical Basis of Morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*(237), 37–72.

- Turk, G. (1991). Generating Textures on Arbitrary Surfaces Using Reaction-Diffusion. *Proceedings of the 18th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (pp. 289-298). ACM.
- Österlund, T. (2010). *Methods for Morphogenesis and Ecology in Architecture*. Tampere: University of Oulu.
- Wahl, D. C. (2016). *Designing Regenerative Cultures*. IFF.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. New York: Simon & Schuster.
- Wiener, N. (1965). *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: MIT Press.
- Wolfram, S. (2002). *A New Kind of Science*. Champaign, IL: Wolfram Media.
- Wolfram, S. (2016, 09 07). *How to Teach Computational Thinking* . Retrieved from Stephen Wolfram: <https://blog.stephenwolfram.com/2016/09/how-to-teach-computational-thinking/>
- Yalınay Çinici, Ş. (2012, 11). Computation | Çevirisi ve Anlaması Kolay Olmayan Dil, Düşünce ve Mimarlık. *Dosya*(29), 12-18.
- Zalasiewicz, J. (2008). *The Earth After Us: The Legacy That Humans Will Leave in the Rocks*. Oxford University Press.

Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporu Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporunda,

- ▣ Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporu içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ▣ görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ▣ başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- ▣ atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- ▣ kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ▣ bu Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporunun herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporu çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

22/07/ 2019


Sadi Kerim Dünder

Sanatta Yeterlik Tezi Orijinallik Raporu

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Güzel Sanatlar Enstitüsü

Sanatta Yeterlik Tezi Başlığı: Algoritmik Biyomimikri Yöntemi ile Dijital Tasarım

Yukarıda başlığı verilen Sanat Çalışması Raporumun tamamı aşağıdaki filtreler kullanılarak Turnitin adlı intihal programı aracılığı ile Tez Danışmanım tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Raporlama Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı (%)	Gönderim Numarası
22/07/2019	213	289373	28/06/2019	%2	1154040713

Uygulanan filtreler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez/Sanat Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

22/07/2019


Sadi Kerim DÜNDAR

Öğrenci No.: N13150013

Anasanat Dalı: Grafik

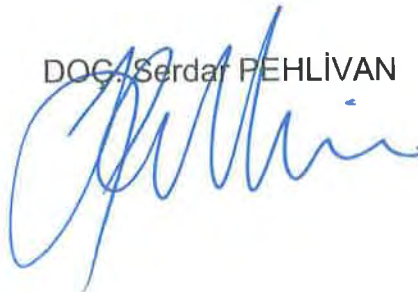
Program:

Yüksek Lisans	Sanatta Yeterlik	Doktora	Bütünleşik Doktora
	X		

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

DOÇ. Serdar PEHLİVAN



**Doctorate of Fine Arts in Graphic Design
Originality Report**

HACETTEPE UNIVERSITY
Institute of Fine Arts

Title: Digital Design With Algorithmic Biomimicry Method

The whole thesis/art work report is checked by my supervisor, using Turnitin plagiarism detection software taking into consideration the below mentioned filtering options. According to the originality report, obtained data are as follows.

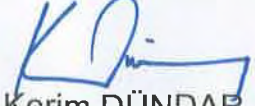
Date Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index (%)	Submission ID
22/07/2019	213	289373	28/06/2019	%2	1154040713

Filtering options applied are:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read the Hacettepe University Institute of Fine Arts Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations, I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge. I respectfully submit this for approval.

22/07/2019


Sadi Kerim DÜNDAR

Student No.: N13150013

Department: Graphics Design

Program/Degree:

Master's	Doctorate of Fine Arts	PhD	Joint Phd
	X		

SUPERVISOR APPROVAL
APPROVED

Assoc. Prof. Serdar PEHLİVAN



Yayılma ve Fikri Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversite'ye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikrî mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalara (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporunun kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve sanatta yeterlik tezi çalışması raporumun tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Sanatta Yeterlik Tezi Çalışması Raporumda yer alan, telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversite'ye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*** kapsamında tezim/sanat çalışması raporum aşağıda belirtilen haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)

☐ Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. (2)

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

22/07/2019

Sadi Kerim Dündar



*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge

- (1) Madde 6.1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmasını ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7.1. Ulusal çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan iş birliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

Tez Danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

