

TC
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI
Yüksek Lisans Tezi

**BİYOMİMETİĞİN SANAT VE TASARIM
OBJELERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ**

Hazırlayan
Neslihan ÖZGÜR

Danışman
Doç. Arzu ATIL

İzmir / 2020

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Biyomimetğin Sanat ve Tasarım Objeleri Üzerinden İncelenmesi” adlı çalışmanın tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Tarih

...../...../.....

Adı SOYADI

İmza

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün// tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisanüstü Öğretim Yönetmeliği' nin maddesine göre Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Neslihan ÖZGÜR'ün “Biyomimetğin Sanat ve Tasarım Objeleri Üzerinden İncelenmesi” konulu tezi incelenmiş ve aday/ / tarihinde, saat’da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anasanat dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin olduğuna oy ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

ÜYE

ÜYE

ÖZET

Büyük patlamadan bu yana devam eden evrimde, doğanın karşılaştığı olaylar ve sorunlara bulduğu çözümlerin bir sonucu olarak oluşan devasa bilgi birikimi modern çağın zorluklarına rasyonel ve pratik çözümler sunar. Doğanın evrimi, adaptasyon mekanizmalarını ve doğal seleksiyon sonucunda ortaya çıkan model ve metotlarını inceleyen yeni bir bilim dalı olan biyomimetğin tasarım üzerinden araştırılması ve örneklerinin incelenmesi ayrıca sanatsal yansıması olarak tanımlanabilecek biyo sanatın eser örnekleri üzerinden incelenmesi bu tezin konusudur.

Taklit etmek, tüm canlılar tarafından çevrelerine adapte olarak doğanın seçim mekanizmaları karşısında hayatta kalmak için kullanılan bir davranış biçimidir. Evrimsel süreç boyunca, “bilge adam” olarak Homo Sapiens, öğrenme mekanizmasının temel uygulaması olarak taklit eylemini kullandı ve farklı deneyimlerden özgün çözümler geliştirdi. Öte yandan doğal seleksiyon mekanizmaları, mutasyon, gen dönüşümü, genetik yeniden yapılanmalar sonucundaki çeşitliliklerden çevresine en iyi adapte olan haricindeki hepsini elimine eder. Bu nedenle çevreye en iyi adapte olan ‘tasarım’ genler tarafından gelecek nesillere taşınır. Doğal seleksiyon mekanizmalarına benzer şekilde, tasarım eylemi de soruna çözüm ararken uygulama bağlamında belirlenen, mimik, deşifre etme veya sentezleme eylemi ile sorununun çözümünü sağlayabilmektedir. Doğal seçilimin aksine, bir insan tarafından yürütülen tasarım sürecinde, tasarıma uygulanacak olan bilgi doğadan deşifre edilirken, geçmiş çabalar sırasında öğrenilen bilgiler incelenerek bilinçli bir şekilde rafine edilir.

İçinde bulunduğumuz yeni çağ bilim insanları tarafından biyolojik çağ olarak adlandırılmaktadır. Bilim ve teknolojinin kendi sınırlarının ötesine geçen ivmesi ile öne çıkan bu çağın bir diğer özelliği de insanoğlunun çevresine verdiği tahribatın giderek artmış olmasıdır. Bu durum karşısında doğanın öncülüğü doğrultusunda çevresel kayıpları azaltmak, akılcı ve sürdürülebilir çözümler bulunması için bazı yeni düşünme ve inceleme biçimleri ortaya çıkmıştır. Biyomimetik adıyla karşımıza çıkan bu devrim yeni bir çağı işaret etmektedir.

Biyomimetik bilimin verileri tasarım ile ilgili tüm birimlerde kullanılabilir olsa da bu veriler birer çözümleme içermesi sebebi ile sanat eserlerinde kullanılmamaktadır. Biyomimetik sanatta bir araç olarak kullanılabilecek yeni araçlar ve malzemeler geliştirmek için kullanılabilir ancak bir kategori olarak kullanılamaz. Buna karşılık sanat tarihi boyunca doğa ve öğretileri her zaman büyük bir yere sahip olmuştur. İmge bağlamında doğa konusunun kapsanmadığı bu tezde doğa ve sanat ilişkisi tıpkı biyomimetik ve tasarım ilişkisi gibi aralarındaki iletişim ve alışveriş bakımından incelenmiştir. Modern sanat tarihinin çağdaş sanata yol açması sürecinde sanat ve tasarım arasındaki sınırlar giderek azalmış ve sonunda çağdaş sanat ile bu sınırlar tamamıyla ortadan kalkmış bulunmaktadır, bu da sanatçılara bilim-tasarım ve sanat üçgeninde yeni eserler yaratabilmesine olanak sağlamıştır. Biyo sanat ile biyolojik çağda insanoğlunun çevresine verdiği tahribata dikkat çeken eserlerin yanısıra biyolojik organizmalar ile sanat ve bilim sınırında yeni eser üretimleri yapılmakta ve hatta antroposen dönemin tahribatlarına dikkat çekmek ya da sürdürülebilirlik kapsamında, kaynak kıtlığı ve verimsizlik gibi konular üzerinde de çalışmalar yaparak eserler üretilmektedir. Doğanın, biyomimetik verilerin ve bilimin ışığında tezde bahsedilecek sanatsal çalışmalar biyo sanat kapsamında incelenmektedir.

Bu çalışmanın amacı, tasarım ve sanat alanlarında doğanın öğretici yanlarına dikkat çekmek ve kullanım metotları doğrultusunda örnekler ile birlikte incelemeler yapmaktır. Tasarım bağlamında çözümler sunan doğadan yararlanma biçimleri araştırılırken, sanatın tarihsel sürecindeki tasarım ile arasındaki keskin hatların ortadan kalkması sonucunda sanat eserlerinde doğadan hangi şekillerde yararlanılmaktadır konusu örnekler üzerinden incelenecektir.

ABSTRACT

Colossal accumulation of knowledge composed as a consequence of the evolutionary process of matter and nature which is continuing since the big bang provides rational and practical solutions to the challenges of the modern age. Investigating biomimetic, which is researching the natures and lifes evolution, adaptation mechanisms and models and methods arise out of natural selection pressures, from the viewpoint of design models is the topic of this thesis. Furthermore, research frame covers the study of bio-art which can be considered as reflections of biomimetics' examples in nature, in the context of its work of art.

The act of mimic is used by all livings as a tool to stay alive by adapting their environments and self-defence against the selection mechanisms of nature. During the evolutionary process, Homo Sapiens as a “wise man” used the act of mimic in the role of primary practice of learning mechanism and developed original analysis methods from different experiences. On the other hand, natural selection mechanisms eliminate all species, which existed as a result of diversity generation dynamics such as mutation, gene conversion, genetic reconfiguration, except those can adapt the environment best. Therefore, the design which can adapt the environment best carried to the future by genes. As a similar way to natural selection mechanisms, the act of design incorporates transferring the knowledge inspired by its nature, which can provide the solution to the problem of motivation which is determined by the application context to the design by the act of mimic, decipherment or synthesis. Unlike natural selection, during the design process carried out by a human, the knowledge applied to design is deciphered from nature, while the information learned during past efforts is deliberately refined.

The new period we are in is called the biological period by scientists. Another feature of this period, which stands out with the acceleration of science and technology beyond its own boundaries, is increasing destruction to its environment. In the face of this situation, some new ways of thinking and researches have emerged in order to reduce environmental losses and to find rational and sustainable solutions. This revolution, which is called biomimetic, marks a new era.

Even though the data of biomimetic science can be used in all units related to design, these data cannot be used in art works as they contain analysis. Biomimetic can be used to develop new tools and materials for arts but it cannot be used as a category to define an artwork. On the other hand, through the course of art history, nature and its teachings have always had an important place. In the context of the image, nature won't be discussed formally in the thesis, however the relationship between nature and art will be examined in terms of communication and exchange similarly as between biomimetic and design relations. As the modern art leads the way for the contemporary art, the boundaries between art and design gradually diminished and the boundaries eventually disappeared almost completely, which enabled artists to create new sorts of works in the conjunction of science-design and art. With bio-art, in addition to the works that draw attention to the destruction of human beings to the environment in the biological age, new works are produced at the border of art and science with biological organisms. Furthermore, artworks about the issues on the havoc of Anthropocene period or about the sustainability which subsumes resource scarcity and inefficiency are being produced to draw attention. In the light of nature, biomimetic data and science the art works to be mentioned in the thesis will be examined within the scope of bio-art.

The purpose of this thesis is to draw attention to the instructional aspects of nature in the fields of design and art and to make analysis with examples in accordance with the methods in use. While researching the ways of how to benefit from nature, which presents solutions in the context of design, the disappearance of the sharp lines between the design and the historical process of art, the ways in which nature is used in art will be examined through examples.

ÖNSÖZ

“En doğal olmayan doğa bile; en kaba filizlerin yaratılışı bile doğanın dehasını yansıtır. Doğayı her yerde görmeyen, hiçbir yeri ve şeyi doğru şekilde göremez.”
(Goethe, 1781).

Doğanın hayatın her alanında kendisini sessiz bir yol gösterici olarak konumlandırması üzerinden tasarım ve sanat içerisindeki varlığından yola çıkılarak hazırladığım tezimde, doğanın, dolayısıyla “hayatın” tasarım ve sanattaki geniş kapsamı sebebiyle konumu, tasarımın biyomimetik metotlardan nasıl yararlanabileceğini, biyomimetik bilimin bilgi alışverişinde bulunduğu bilim dalları ve bilgisinden yararlanan tasarım akımları kapsamında kısa incelemesini, sanatın tarihsel süreciyle ortaya çıkan yeni çağdaş sanatı ve doğa – bilim – tasarım ve sanat kesişimindeki yeni biyo sanatı ve doğanın sanattaki yeni yerini örnekler üzerinden inceledim.

Washington Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendislik profesörü Mehmet Sarıkaya’nın da belirttiği üzere; Demir çağı ve Endüstri Devrimi’yle boy ölçüşebilecek bir malzeme devriminin eşiğindeyiz. Gelecek yüzyılda biyomimikrinin yaşam biçimimizi önemli ölçüde değiştireceğini düşünüyorum” (Benyus, 1998, s. 95). Biyolojik devrim olarak tek bir ana başlıkta toplayabileceğimiz bu yeni çağda devrimin öncülerinden Janine Benyus’un da söylediği gibi “bu devrim endüstriyel devrimin aksine doğadan neyi koparıp, çekip çıkaracağımızı değil, ondan ne öğrenebileceğimizi gösterir” (Benyus, 1998). Tasarımda devrim sürdürülebilirlik kaygısı ile başladı ve doğayı her geçen gün biyomimetik metotlar yardımıyla incelemelerimiz sonucunda ikisi artık neredeyse bir bütün haline geldi. Sanat alanında da her ne kadar doğa ile etkileşim ve iletişim çok eski zamanlardan beri gerçekleşiyor olsa da doğa sanatta bir ilham kaynağı olmanın ötesine geçerek sanatsal eserlerde ideolojik olarak can bulmaya başladı. Geleneksel sanattan modern sanata geçişte yaşanan onlarca devrimsel değişimin ardından can bulan Çağdaş Sanat içinde yeni bir filiz vererek biyo sanatı geliştirdi. Sanat çağdaş çağı ile beraber artık estetik kaygılardan öte ifadelerin yansıtılması amacı taşıyıp yeni malzeme kullanımlarıyla kendini gösterirken Biyo Sanat ile birlikte yeni iş birlikleri de gelişti. Sanatçı, laboratuvar

iş birlikleriyle birlikte can bulan Biyo Sanat sayesinde sanat artık petri kaplarında bile üretilebilmektedir. Biyo Sanat, sanatın figüratif ve soyut uygulamalarını ve doğanın canlı kütüphanesini birleştiren, sentetik biyoloji, ekoloji ve üreme gibi tıbbi alanlardan oluşan uygulamaların çıktılarından yararlanan bir sanat hareketidir (Atıl & Özgür, 2018). Bu alanda sanat eseri üretirken mikroplar, kodlamalar, genetik gibi bilimsel veriler ve teknikler kullanılmaktadır. Kısaca Biyo Sanat yaşayan biyolojiyi sanatsal bir araç olarak kullanır. Biyomimetik doğa ve tasarım birlikteliği demekse biyo sanatta sanat ve doğa birlikteliği anlamına gelen bir terim diyebiliriz. Antroposen dönemin yansımalarını konu alarak bilinç krizine bir cevap arayan biyo sanat benliğin yeni tanımlamalarını da kendisine konu edinir (Atıl & Özgür, 2018).

Çalışmam boyunca hiç yanımdan ayrılmayan biricik kedim Astro'ya, her daim bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez danışmanım değerli hocam Doç. Arzu Atıl'a, bilgisinden ve deneyimlerinden beni mahrum bırakmayan, her türlü desteğiyle çalışmamda beni yüreklendiren herkese çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	i
TUTANANAK.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

BIYOMİMETİĞİN TANIMI VE UYGULANMA BİÇİMLERİ

1.1 Biyomimetik Kavramı	3
1.1.1 Tasarım Spirali	8
1.1.2 Doğa Prensipleri	12
1.1.3 Yaşam Prensipleri	14
1.2 Biyomimetğin Gözlemlenme Biçimleri	15
1.2.1 Biçimsel Biyomimetik	15
1.2.2 Fonksiyonel Biyomimetik	17
1.2.3 Dokusal Biyomimetik	19
1.2.4 Renk Biyomimetği	21
1.2.5 Strüktürel Biyomimetik	24
1.3 Biyomimetğin Düzeyleri	27
1.3.1 Organizma Düzeyinde Biyomimetik	28
1.3.2 Davranış Düzeyinde Biyomimetik	30
1.3.3 Ekosistem Düzeyinde Biyomimetik	31

2. BÖLÜM

BİYOMİMETİĞİN BİLİM, TASARIM VE SANAT ALANLARINDAKİ UYGULAMALARI

2.1 Biyomimetğin Veri Elde Ettiği Bilim Dalları	36
2.1.1 Biyomekanik	37
2.1.2 Biyonik	38
2.1.3 Biyoloji	40
2.2 Biyomimetik Verilerden Yararlanan Tasarım Dalları	42
2.2.1 Biyolojik İlhamlı Tasarım	42
2.2.2 Organik Tasarım	44
2.2.3 Art Nouveau	46
2.2.4 Streamline	48
2.2.5 Biyomorfizm	50
2.2.6 Zoomorfizm	52
2.2.7 Antropomorfizm	53
2.3 Biyomimetik ve Sanat Etkileşimi	54
2.3.1 Rönesans ve Aydınlanmada Biyomimetik Yaklaşım	55
2.3.2 Modernizm ve Avangart'ta Biyomimetik Yaklaşım	71
2.3.3 Neo Avangart ve Doğanın Malzeme Olarak Kullanımı	81
2.3.4 Çağdaş Sanat ve Ekoloji Politikaları.....	84

3. BÖLÜM

BİYO SANAT

3.1 Biyo Sanatın Ortaya Çıkışı ve İlk Yaklaşımlar	91
3.1.1 Alexander Fleming	92
3.1.2 Edward Steichen	93
3.1.3 Joe Davis	94
3.2 Postmodern Süreç İçerisinde Biyo Sanat	95
3.2.1 Viyana Aksiyoncuları	96

3.2.2 Andy Warhol	97
3.3 Antroposen Dönemde Biyo Sanat ve Malzeme Biçimleri	98
3.3.1 Kaynak Kıtlığı Sorunu İçin Organik Malzeme Dönüştürme	98
3.3.1.1 Oron Catts ve Ionat Zurr	99
3.3.1.2 Maja Smrekar	101
3.3.1.3 Carol Collet	103
3.3.1.4 Julia Lohmann	105
3.3.2 Beden ve Kimliğin Yeniden Tanımlanması	107
3.3.2.1 Orlan	107
3.3.2.2 Stelarc	110
3.3.2.3 Marc Quinn	115
3.3.2.4 Reiner Maria Matysik	117
3.3.2.5 Gunther von Hagens	118
3.3.3 Genetik ve Transgenetik	120
3.3.3.1 George Gessert	121
3.3.3.2 Heather Dewey Hagborg	122
3.3.3.3 Koby Barhard	124
3.3.3.4 Eduardo Kac ve Biyo Sanat Manifestosu	126
3.3.4 Biyo Sanat ve Mutimedya	133
3.3.4.1 Vincent Fournier	133
3.3.4.2 Spela Petric	134
3.3.4.3 Ken Rinaldo	135
3.3.5 Malzeme Olarak Bakteri Kullanımı	138
3.3.6 Biyo Lab'lar	139

SONUÇ

KAYNAKÇA	153
----------------	-----

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Carl Hastrich, Tasarım Spirali, 2005	9
Şekil 2 Lazer Helmets, Superskin Kask	16
Şekil 3 Balina Yüzgecinden Esinlenerek Geliştirilmiş Türbin Kanadı	18
Şekil 4 Pax Scientific, Salyangoz Kabuğu Geometrisinden Esinlenerek Tasarlanmış “The Lily” Pervanesi	18
Şekil 5 Speedo, Fast Skin, 2004	20
Şekil 6 Standart Yüzey (a) ve Sharklet Technologies Patentli Film Dokusu (b) 21 Günlük Bakteri Gelişimi	21
Şekil 7 Kriptik Renklenme, Askeri Kamuflaj	23
Şekil 8 Cunjing Yu – John Rogers, Ortamına Uyum Sağlayabilen Kumaş	24
Şekil 9 Termit Yuvası ve Eastgate Centre Hava Sirkülasyonu Diyagramı	25
Şekil 10 Yusufçuk Kanat Strüktürü (a), Münih Olimpiyat Stadyumu Çatısı (b)	26
Şekil 11 Jonathan Singer, Victoria Amazonica	27
Şekil 12 Dickinson, Kristal Saray, 1851	27
Şekil 13 Nambiya Çöl Böceği Kabuk Dokusunda Su Damlası Davranışı	29
Şekil 14 Grimshaw Mimarlık, Waterloo Terminal Çatısı Çizimleri	30
Şekil 15 Diana Snape, CH2 Binası, Melbourne	31
Şekil 16 Mithün – Greenworks Mimarlık, Llyod Geçiş Projesi	32
Şekil 17 Ocean Arks International, Eko Makineler	33
Şekil 18 Dean Cameron, Biolytix	34
Şekil 19 Böcek Kanat Aerodinamiği ve RoboBee	38
Şekil 20 Ekolokasyon Yapan Canlılar	39
Şekil 21 Cyberdyne, HAL	40
Şekil 22 Dulavrat Otu ve Velcro Bantı	41
Şekil 23 Ross Lovegrove, Solar Tree, 2012	43
Şekil 24 Frank Llyod Wright, Falling Water, 1939	44
Şekil 25 Alvar Aalto, Model No.43, 1936	46
Şekil 26 Victor Horta, Hotel Tassel, 1893	47
Şekil 27 Ernst Haeckel, Botanik İllustrasyonlar, 19. Yüzyıl	48

Şekil 28 Clements, Coulter's Department Store, Los Angeles	49
Şekil 29 Charles – Ray Eames, LCW Chair, 1948	52
Şekil 30 Eero Saarinen, Santiago Calatrava (2001), Milwaukee Sanat Müzesi	53
Şekil 31 Raphael, School of Athens, 1511	61
Şekil 32 Altın Oran (1-7. Adımlar)	62
Şekil 33 Altın Oran	63
Şekil 34 Francesco Parmigiano, Madonna with a Long Neck, 1534-1535	67
Şekil 35 Giuseppe Arcimboldo, Vertumnus, 1590	68
Şekil 36 J.M. William Turner, Denizde Kar Fırtınası, 1840	73
Şekil 37 Paul Cezanne, 109, 1904-1906	75
Şekil 38 Pablo Picasso, Portrait of Ambroise Vollard, 1910	76
Şekil 39 Max Ernst, The Postman Cheval, 1932	79
Şekil 40 Marcel Duchamp, The Bride Stripped Bare by Her Bachelors, 1915-1923	80
Şekil 41 Max Ernst, The Stolen Mirror, 1941	81
Şekil 42 Robert Smithson, Spiral Jetty, 1970	83
Şekil 43 Jannis Kounellis, Untitled, 1968	84
Şekil 44 Diane Burko, The Politics of Snow, 2006	86
Şekil 45 Alexander Fleming, Germ Paintings, 1928	93
Şekil 46 Edward Steichen, Edward Steichen'in Hezarenleri, 1936	94
Şekil 47 Joe Davis, Microvenus, 1986	95
Şekil 48 Andy Warhol, The Cum, The Oxidation, 1977-1978	97
Şekil 49 Oron Catts, Ionat Zurr, Victimless Leather, 2004	101
Şekil 50 Maja Smrekar, Hu.M.C.C – Maya YogHurt, 2012	103
Şekil 51 Carol Collet, Biolace- Basil No:5, 2012	104
Şekil 52 Julia Lohmann, Cowbench, 2004	105
Şekil 53 Julia Lohmann, Victoria & Albert Müzesi Deniz Yosunu Departmanı	106
Şekil 54 Orlan, Reincarnation of St. Orlan, 1990-1993	109
Şekil 55 Orlan, Harlequin Coat, 2008	110
Şekil 56 Vacanti Faresi, 1997	111
Şekil 57 Stelarc, Ear on Arm, 2007	112
Şekil 58 Stelarc, Third Hand, 1981	114

Şekil 59 Stelarc, Third Hand ‘Handdrawing’ Performansı, 1982	114
Şekil 60 Marc Quinn, Self, 1991-2011	115
Şekil 61 Marc Quinn, A Genomic Portrait: Sir John Sulston, 2001	116
Şekil 62 Reiner Maria Matysik, Beyond Human, 1-2-3. Adımlar, 2010	118
Şekil 63 The Human Body World Sergisi, Hamile Kadavra, 1996	119
Şekil 64 George Gessert, İris Projesi / Hibrit 487-488, 1988	121
Şekil 65 Heather Dewey Hagborg, Stranger Visions, 2012	123
Şekil 66 Basel Morphace, Genetik Parametre Kombinasyonları	123
Şekil 67 Koby Barhard, All That I Am, 2011	125
Şekil 68 Eduardo Kac, Genesis, DNA Çözümlemesi, 1999	128
Şekil 69 Eduardo Kac, GFP Bunny, 2000	129
Şekil 70 Eduardo Kac, Natural History of Enigma, 2008	131
Şekil 71 Vincent Fournier, Post Natural History, 2012	133
Şekil 72 Spela Pertric, PSX Consultancy, 2014	135
Şekil 73 Ken Rinaldo, Autopoiesis, 2000	137
Şekil 74 Ken Rinaldo, Augmented Fish Reality, 2004	138
Şekil 75 Hunter Cole, Angel Bride, Bioluminescent Wedding Series, 2014-2017	139
Şekil 76 Laura Cinti, The Cactus Project, 2001	142
Şekil 77 Oron Catts – Hideo Iwasaki, Biogenic Timestamp, Synthetic Aesthetics, 2010	145
Şekil 78 Christina Agapakis – Sissel Tolaas, Selfmade, Synthetic Aesthetics, 2010	147
Şekil 79 Douglas B. Cowan, Myoblast Hücreleri, FASAB Kazanarı, 2012	148

GİRİŞ

Literatürde yerini çok yakın zamanlarda almış olsa da doğanın kadim bilgisinden yararlanma insan için aslında çok yeni bir konu sayılmamaktadır. Erken dönem insanından, modern tabir edilen insana doğa kendisini her daim göstermiş ve insana yol göstermiştir. Biyomimetğin bir bilim dalı olarak adlandırılmasından önce en bilinen örnek olarak Leonardo Da Vinci'nin uçuş makinelerini tasarlamak için balık ve kuşları inceleyerek tasarımlar geliştirmesini verebiliriz. Bir mentor olarak tanımlayabileceğimiz doğa en kısa yollara sahip işler yöntemleri gözlerimizin önünde milyonlarca yıldır yapmaktadır. İnsan problemlerine doğa gözüyle çözümler üreterek sürdürülebilir olduğu kadar etkili çözümler elde edilmiş olurken insanın henüz fark edemediği inovatif yollar da doğa aracılığıyla keşfedilmiş olur.

Bugün bilimin daima yararlandığı doğadan, özellikle endüstriyel, tekstil ve mimari alanlarda yararlanılmaktadır. Yeni inşa yöntemleri, iyileştirme özelliğine sahip ya da bulunduğu çevreye adapte olan tekstil ürünleri ve aerodinamik sayesinde yakıt tüketimini minimuma çeviren araçlar olsun doğa tahmin edilemeyecek kadar çok alanda bizlere yaratıcı çözümler sunmaktadır.

Tasarım ve sanatın o ya da bu şekilde birbirini takip ederek ilerlediği çağdaş sanat dönemi itibariyle sanat ve tasarım arasında bulunan keskin ve kalın çizgiler etkinliğini yitirmiş bulunmaktadır. Bugün sanat eseri kategorisine giren tasarım ürünleri ve bilim buluşları bulunmaktadır. Bu sayede sanat tıpkı tasarım gibi hayatımızın her evresinde iç içe olduğumuz bir duruma git gide daha fazla yaklaşmaktadır. Çağdaş Sanat içerisinde yer alan yeni sanat formlarını kullanan Biyo Sanat 'ta tasarımdaki doğanın yerini sanattaki doğa alarak hayatımıza girmiştir. Bu yeni sanat dalının alt segmentlerinde farklı uygulama yöntemleri olduğu gibi, yer yer tasarım ürünleri gibi davranan yeni malzeme önerileri, Antroposen Dönemin dünyaya yaşattığı kayıplara bulunan kimi zaman ütöpik ve iğneleyici yorumlara sahip, kimi zaman uygulanabilir çözüm önerileri sunan eserler üretilmektedir. Sanatçı ve bilim adamı iş birliklerine dayanan eserleriyle hibrit bir kategori olan bu yeni çağdaş sanat hareketi biyomimikrinin dahil olduğu büyük

biyolojik çağa dikkat çekmekte ve doğanın sanatta da yer bulmasına olanak sağlamaktadır.

Detaylı bir literatür taraması yapılarak hazırlanmış olan tezin birinci bölümünde biyomimikrinin kısa tarihçesinden bahsedilecek, doğadaki verilerden yararlanma yöntemlerine değinilecek ve biyomimikrinin yaşamda ne şekillerde gözlemlenebileceğinden bahsedilecektir.

Tezin ikinci bölümünde Biyomimetğin verilerini elde ettiği bilim dallarına değinilerek tasarımda bu verilerden yararlanan akımlar incelenecektir. Biyomimetğin sanattaki varoluşu Rönesans ve Aydınlanma dönemleri kapsamında doğanın sanattaki varlığının analizine dayanan Altın Oran ve doğanın taklidi olan Mimesis kavramlarına değinilecektir. Modernizm ve Avangart Hareket ile birlikte insanın doğa üzerindeki hakimiyeti ve kontrol düşüncesinin ortaya çıkardığı değişimin sanattaki karşılığı ele alınarak örnekler üzerinden analiz edilecektir. Dünya Savaşları sonrası yaşanan buhranın yansımalarının sonucunda ortaya çıkan Neo Avangart Hareket içerisinde doğanın ele alış biçimlerindeki değişimin en önemli yansıması olan sanat malzemesinin değişimi ve düşüncenin ön plana çıkmasıyla başlayan sanattaki dönüşüm süreci incelenecektir.

Tezin üçüncü bölümünde Biyo Sanat ortaya çıkış süreci itibariyle, kullandığı malzeme ve medyalar üzerinden, kendi içerisindeki alt dallara değinilerek örneklerle anlatımlara yer verilecektir.



1.BÖLÜM

BİYOMİMETİĞİN TANIMI VE UYGULANMA BİÇİMLERİ

BÖLÜM 1: BİYOMİMETİĞİN TANIMI VE UYGULANMA BİÇİMLERİ

1.1 Biyomimetik Kavramı

İlk olarak Otto Schmitt¹ tarafından “biyomimetik” terimiyle ortaya çıkmış ve 1974’te Webster sözlüğünde yerini almıştır (Gök & Gürcüm, 2014). 1982’nin başlarında ortaya çıkan eş anlamlı olarak kabul gören “biyomimikri” terimi, biyo+: ~Fr/İng yaşam, mimesis: Eski Yunanca taklit etmek kelimelerinden türetilmiştir (Glosbe, 2019). “Biyomimetik, biyomimikri, biyognoz ve biyolojiden kopyalama veya uyarlama- türetme anlamına gelen benzer kelimeler ile eş anlamlıdır (Volstad and Boks, 2012 s.198-199). Biyoloji biliminin mekanizma ve fonksiyonlarının mühendislik, tasarım, kimya, elektronik vb. alanlarda pratik kullanımını içeren genç bir çalışmadır.” (Vincent, Bogatyreva, Bogatyrev, Bowyer, & Pahl, 2006)

Terim ilk kez 1998 yılında İnovasyon uzmanı ve yazar Janine Benyus ve Dr. Dayna Baumeister tarafından detaylı biçimde incelenip kitap haline getirilmiştir (Arhon, 2015). Biyomimetik ya da biyomimikri kısaca doğada gözlemlenen mikro ya da makro çözümlemelerin farklı disiplinler yardımı ile incelenip, yine başka disiplinlerin sorunlarına çözümlemeler bulmak için öykünülen yeni bir multi-disipliner bilim dalıdır.

Dünya gün geçtikçe gelişmesine, bilim ve teknolojinin hızla ilerleme göstermesine karşılık buluş ve teknoloji olumlu yanlarının yanı sıra olumsuz etkiler ve yeni sorunlara da doğmakta, dünyanın dengesi git gide bozulmaktadır. Teknolojinin de doğaya zarar vermesi göz önünde bulundurulduğunda mevcut çözümler yetersiz kalmaktadır. Doğayı taklit eden, ondan esinlenen yeni bilim olan Biyomimetik, doğada bulunan sistemlerden yararlanarak mevcut sorunlara yeni çözümler arar. Biyomimikri, tasarım problemlerini sürdürülebilir bir şekilde çözmek için doğadan, sistemlerinden,

¹ Otto Herbert Schmitt, biyofizik alanındaki bilimsel katkıları ve biyomedikal mühendisliği alanını oluşturmasıyla tanınan Amerikalı bir mucit, mühendis ve biyofizikçidir. https://en.wikipedia.org/wiki/Otto_Schmitt, Erişim 10 Aralık 2019

süreçlerinden ve elemanlarından ilham alma bilimidir. (Koner, 2019) Çözümlerini bulurken doğadaki canlı ve cansızların renk, doku işlev, strüktürel, davranışsal, organizma bağlamında ya da biçimsel olarak tam anlamıyla veya kısmen taklit edilmesi olarak tanımlanabilir.

İnsan evriminin temelini oluşturan aşamalardan birisi taklit etme iç güdüsüdür. Taklit ettiği davranışları neticesinde öğrenen insanoğlu, öğrendiği davranışları şekillendirerek kendisine ya da içinde bulunduğu duruma uygun olacak şekilde uygular ve adapte eder. Gazeteci ve yazar Şafak Altun, Doğanın İnovasyonu isimli çalışmasında değindiği üzere taklit etme sayesinde motor becerilerimiz gelişir ve nesiller arası aktarıma olanak sağlar.

“İmitasyon insan ırkının alet ve yeteneklerini kullanarak ayakta durmasının temelini oluşturur. Bu karmaşık sosyal geleneklerin kuşaktan kuşağa aktarılmasının bir yoludur. İnsanlığın evrimi için vazgeçilmezdir çünkü ‘mandal etkisi’ olarak adlandırılan süreç sayesinde yeni fikirlerin, teknolojilerin ve icatların yayılmasını sağlar” (Altun, 2011)

“Jucevicius, analojik düşüncenin (fikirleri bir bağlamdan diğerine aktarmanın) karmaşık insan problemlerinde yaratıcı çözümlerin merkezinde olduğunu söyler” (Mc Gregor, 2013 s.57-65)

Biyomimetik kavramının literatüre geçmesini sağlamış ve aynı zamanda bu konuda çalışmalarını hala sürdürmekte olan Janine Benyus, Biomimicry: Inspired by Nature (Biyomimikri: Doğadan İlham) isimli kitabıyla hem teknolojik olup hem de doğayla uyumlu, zararı minimize eden çözümler nasıl olabilir sorusuna cevap aramaktadır. Kitap; çevremizi saran akıllı yaşama dikkat çekerken, bu yaşamı anlamanın yeni çözüm yolları bulmakta kullanılabileceğinden bahseder.

“...İnsan yapısı sistemler kimi zaman arızalanabiliyor; hatta ilgili sistemin topyekûn çöktüğü zamanlar oluyor. Teknik sorunlar bir yana; ekonominin krizlerini bu durumun en belirgin örnekleri arasında sayabiliriz. Halbuki dünyanın kendisi yaklaşık 3,8 milyar yıldır, (deyim yerindeyse) deneme ve yanılma yoluyla kendi canlı yaşamını ve süreçlerini iyileştirip geliştiriyor. Dünya küresi üzerinde var olan malzemeleri sürekliliği sağlayacak biçimde değiştiriyor. Dünyayı yakından ve derinlemesine incelediğimizde; ondan öğrenebileceğimiz pek çok şey olduğunu görüyoruz. Bizim problem olarak

gördüğümüz pek çok konuyu, doğanın kendisinin çoktan çözmüş olduğunu fark ederek şaşıryoruz.” (Banger, 2016 s.1-12)

İnsanlar geçmişten günümüze doğaya karşı kayıtsız kalamamıştır, bilinçli ya da bilinçsiz olarak, sanattan tasarıma, matematikten mimariye kadar birçok alanda insanın doğadan esinlenerek bulduğu çözümler kendini göstermiştir. Sanat ve tasarımda doğadan ilham alma ya da taklit etme bağlamında İsviçreli ressam ve Bauhaus Okulu’nun eğitimcilerinden olan Paul Klee doğanın sanatçı açısından vazgeçilmezliğini şu cümlelerle ifade etmiştir; “Sanatçı bakımından, doğa ile diyalog sine qua non² durumunda sürer. Sanatçı insandır, doğanın tabanında, doğanın parçası olduğu için o da doğadır” (Renkçi Taştan, 2016, s.171) Klee’nin belirttiği sanatçı ve doğa arasındaki diyalog, çalışmalarına da yansımış, atölyesinin yakınlarındaki park ve bahçelerde bitkilerin yapısı, morfolojisi, doğadaki büyüme düzenleri ve metamorfozlarıyla yakından ilgilendiği gözlemlenmiştir. (Klee, 2008)

Yazar, sanat eleştirmeni ve öğretim üyesi Kaya Özsegin’de doğadan etkilenme ve öykünmenin her geçen çağda daha çok ön plana çıktığına şu cümleleriyle değinmiştir;

“...İnsan varlık dünyasına çıktığı anda çevresine ve doğaya hâkim olmanın yollarını araştırmış, nesneleri kendisine yararlı bir düzeye getirmek için zorlu bir çabaya girmişti. Bu çabanın, bilim alanındaki atılımlar ve yeni bulgularla gelişerek, endüstri ve sanayi çağına gelip dayandığı, özellikle bu çağdan sonra büyük ivme kazandığı görülebiliyor.” (Renkçi Taştan, 2016, s. 172)

Bir fizikçi olan Yoseph Bar-Cohen’in tanımına göre ise;

“...Doğa, tasarıma ışık tutabilecek düzeyde geniş bir bilgi kaynağı ve dünyanın en önde gelen tasarımcısıdır. Biyomimikri ise tasarımcıların doğayı gözlemleyip prensiplerini öğrendikleri bilinçli bir metottur. Biyomimikrinin esas amacı, doğanın dilini tasarımcıya tercüme eden bir araç olmaktır. Doğa her zaman, insanların yaşamını geliştirmek istemesi yüzünden ilham aldıkları ve taklit ettikleri bir model olarak hizmet vermiştir.” (Bar Cohen, 2006)

² **Sine Qua Non**; Kaçınılmaz ve vazgeçilmez anlamına gelen kelime. Oxford Dictionaries <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/sine-qua-non?q=sine+qua+non>

Doğa bilimleri yazarı ve inovasyon danışmanı Janine Benyus'ta doğaya niçin daha da dikkatlice bakmamız ve incelememiz gerektiğini şu cümleler ile açıklamıştır;

“...Dünya'nın yaşını eğer bir takvim yılı olarak kabul edersek, günümüzü yılbaşına yaklaşmakta olan gece yarısı olarak kabul edebiliriz ve bizde bu zamanlama içerisinde yaklaşık 15 dakika kadar önce var olduk. Bu zamana kadar kayda alınmış tüm tarih ise gece yarısından yalnız 60 saniye önceden beri var. Şanslıyız ki, gezegenimiz ve gezegen arkadaşlarımız, yani muhteşem bir ağ olan bitkiler, hayvanlar, mikroplar..., yılbaşına henüz aylar var olan mayıstan beri yani gerçekte ilk bakterinin oluşumundan bu yana muhteşem 3,8 milyar yıldan beri sabırlıca gezegeni mükemmelleştiriyordu.” (Benyus, 1998, s. 2)

Doğa tasarımcılara, mühendislere ve bilim adamlarına makro ve mikro düzeyde biyolojik olarak yeni teknolojiler için olanak sağlamaktadır. Benyus kitabında doğadaki hayvan, bitki ve daha birçok canlı, cansız ve tüm oluşumları inceleyip, bu sistemlerin çalışma prensiplerini ortaya çıkararak bilim adamlarının yeni fikirler üretmesinde önemli bir anlam teşkil ettiğini söylemektedir. Biyomimetik bir bilim olarak kabul edilişi XXI. yüzyılda gerçekleştirmiştir ve temel verilerini biyolojiden elde ediyor olsa da zooloji, biyoni, botanik ve kimyadan da yararlanmaktadır. Günümüzde bu kavram pek çok alanda etkisini göstermeye başlamıştır. Bu alanların içerisinde özellikle mimarlık ve endüstriyel tasarım biyomimetik bilimin verilerinden aktif olarak yararlanmaktadır.

Janine Benyus, Biyomimetik ışığında doğadan nasıl yararlanabiliriz sorusunu üç ana kategoriye ayırarak cevap vermiştir. Bu kategoriler ve açıklamaları şu şekilde sıralamıştır;

Bir model olarak doğa;

Biyomimetik; doğa ve onun modellerini inceleyip sonrasında onları taklit ederek ya da ilham alarak problem çözümleri üreten, ya da çözüme destek sağlayabilecek yöntemler geliştirmeye yardımcı olan yenilikçi bir bilim dalıdır (Benyus, 1998, s.1-10) Buna örnek olarak Janine Benyus'un da kitabında söylemiş olduğu yapraktan ilham alınarak üretilmiş güneş panelini verebiliriz. Biyomimetikrinin Felsefesi başlıklı

makalesinde Hendy Dicks bu adımı ortaya çıkma³ evresinde doğal süreçlerden ilham alma ve taklit etmeye davet etmesinden yola çıkılarak ‘şiirsel ilke’ olarak adlandırır. (Dicks, 2016, s.7)

Bir ölçüt olarak doğa;

Biyomimikri; ekolojik bir standart içerisinde çözümlerimizin, buluşlarımızın doğruluğunu ölçüp değerlendirmektedir. 3,8 milyar yıllık varoluş ve evrimin içerisinde doğa neyin çalışıp, neyin uygun olduğunu ve neyin sürdürülebilir olduğunu keşfetmiştir, insan da bulduğu çözümlemeleri doğa ve onun bilgilerini kullanarak kıyaslayarak analiz edebilir ve ölçümleyebilir (Benyus, 1998). Biyomimikrinin Felsefesi başlıklı makalesinde Hendy Dicks bu adımı etiklik ilkesi olarak adlandırır. Doğa sadece ilham alabileceğimiz modeller sunmuyor yapabileceklerimizi ve yapamayacağımızı sınırlayan denenmiş ve test edilmiş standartları da belirtir. Doğayı gelişim kaynağı olarak görmenin, doğanın davranışlarımıza etik sınırlar koyduğu biyomimetik fikir için uygun bir ontolojik⁴ zemin sağladığını görürüz (Dicks, 2016, s.10).

Bir danışman olarak doğa;

Biyomimikri doğayı gözleme ve değer vermenin yeni bir yoludur. Yeni bir çağa öncülük ederek, doğadan neyi çıkarıp alabileceğimizi değil ondan nasıl öğrenebileceğimiz konusunda yol gösterir (Benyus, 1998). Biyomimikrinin Felsefesi başlıklı makalesinde Hendy Dicks bu adımı bilgi ve bilgeliğin ana mahallinde birincil olarak insanı görmektense, bilginin edinilebileceği “doğayı” bir odak olarak görerek, ana mahal olarak kabul eder bu da bir danışman olarak kullanılan doğa adınının bir bakıma epistemolojik⁵ bir prensip olduğunu ortaya koyar. (Dicks 2016, s.12)

³ Poiësis

⁴ Ontoloji temel sorunu varlık olan felsefi disiplindir. "Varlık" ve "varoluş" ayrımını; "Varlık vardır" ve "Varlık yoktur" fikirlerini tartışır. <http://www.onlinefelsefe.com/varlik-felsefesi-ontoloji/> Erişim 10 Aralık 2019

⁵ Epistemoloji ya da bilgi felsefesi, bilginin doğası, kapsamı ve kaynağı ile ilgilenen felsefe dalıdır. <http://epistemoloji.nedir.org/> Erişim 10 Aralık 2019

1.1.1 Tasarım Spirali

“Spiraller her yerde, çiçek tomurcuklarına gizlenmiş haldeler, karnabaharın üstündeler, nehirlerde kıvrılıyorlar, hava haritalarındaki baskın biçimleri oluşturuyorlar ve tüm galaksilerin şekillerini oluşturuyorlar” (De Luca, 2016) tasarım spirali Biyomimikri Enstitüsü’nün web sitesinde bu cümlelerle anlatılmaya başlanmıştır (Şekil 1). Biyomimikriye göre yanıt aradığımız tüm sorunların cevapları 3,8 milyar yıl boyunca yalnızca en iyi cevap geriye kalacak şekilde cevaplandı ve elendi, onlara ulaşmak ve yararlanmak için doğru adımları takip etmek yeterli olacaktır (Benyus, 1998). Doğanın bizlere sunduğu yanıtlar için sırasıyla atılması gereken adımlar bağlamında biyomimetik biliminin ışığında bazı yönlendirmeler, teknikler geliştirilmiş ve sıralanmıştır.

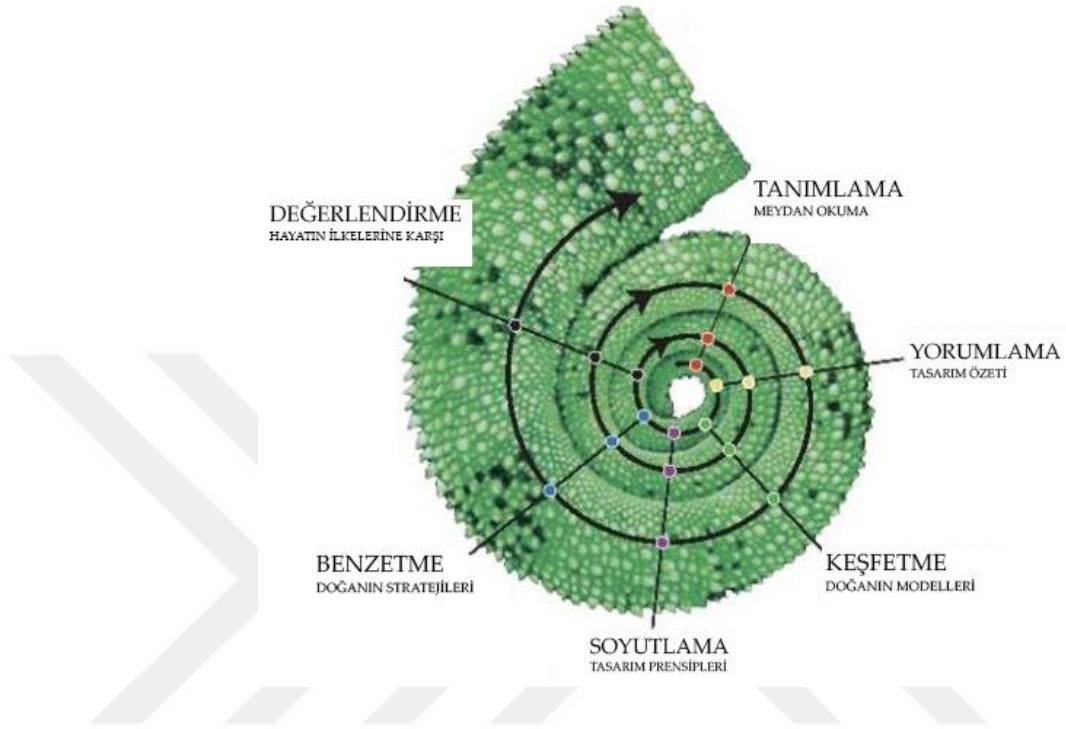
Bound To The Earth’in yazarları James A. Swan ve Roberta Swan’ın da belirttiği üzere üzerimize düşen görev;

“...Milyarlara yıl boyunca doğa; çıplak, kayalık, ince topraklardan, yemyeşil ormanlar inşa eden, birbiriyle uyum içinde çalışan sistemler geliştirmiştir. İnsan müdahalesi olmadan, doğanın süreçleri kendi kendisini düzenleyen ve denetleyen bir güzellik, zarafet ve verimlilik dinamiklerine sahiptir. Yapmamız gereken onları nasıl onurlandıracağımızı bulmak ve onların gerçekliğinden ilham alan yeni kültürel değerler ve sistemler oluşturmaktır.” (Benyus, 1998, s.238)

Tasarımcı Carl Hastrich tarafından tasarlanan Biyomimikri Tasarım Spirali; tasarımlara doğanın kendi içinde barındırdığı çözümler ile yenilikçi problem çözümlerini görmek, keşfetmek, takip edip ilham almak için açık ve net çözümler sunan bir tasarım destek aracı olarak tanımlanabilir (De Luca, 2016). Spiral geometri, doğanın tüm makro/mikro ölçeklerinde ve tüm evrende gözlemlenebilir. Çeşitli adımlardan oluşan bu kılavuz doğanın yüzeysel bir taklidi yerine, biyolojik problem çözümü için derin bir karşılaştırma ve düşünce sağlamaya yardımcı olur.

Carl Hastrich 2005 yılında bu kılavuzu tasarlarırken önce standart bir tasarım süreci başlatmış, ardından biyomimikri için gerekli olan benzersiz adımları eklemiş ve

sonra da doğanın en yaygın biçimlerinden birini taklit ederek süreci bir spirale dönüştürmüştür.



Şekil 1 – Carl Hastrich, Tasarım Spirali, 2005 (Research Gate, 2019)

Yapılan araştırmalara göre tasarım spirali en efektif haliyle çözümlenmeye çalışılan problem bilindiğinde kullanılmaktadır. Biyomimikri Enstitüsü web sitesi biomimicry.org üzerinden yapılan incelemeler doğrultusunda tasarım süreci özeti şu şekildedir;

Tasarım spirali kullanım basamakları ilk olarak Spiral sürecinin birinci adımı olan tanımlama adımı ile sürece başlanır ve tasarımın gerçekleştirilmesi gereken işlevler tanımlanır. Tasarımın yapması istenilen işlev listesi oluşturulduktan sonra tercüme adımına geçilir. Bu adımda işlev listesi biyolojik dünyadaki terimler kullanılarak tercüme edilir ve tanımlanır. Ardından doğanın bu işlevleri yerine getirebilmek için gerçekleştirdiği stratejilerin incelendiği keşfetme adımı gelir. Sonraki adım olan soyutlamada keşfedilen stratejiler ters mühendislik yöntemi kullanılarak tasarım alanında nasıl çalıştıkları tanımlanır. Öykünme adımı keşfedilen ve soyutlanan stratejilerin biri ya da daha fazlasından öykünerek bir tasarım çözümü oluşturmak için mesleki becerilerin

kullanıldığı adımdır. Son adım olan değerlendirme adımı ise üç parçadan oluşmaktadır. İlk olarak spiral yardımı ile oluşturulmuş olan tasarım çözümü orijinal tasarım metnine göre değerlendirilir. İkinci adımda tasarım, yaşamın ilkelerine ve doğanın sürdürülebilirlik kurallarına göre değerlendirilir. Son olarak da önceki adımlarda ortaya çıkmış birçok fikir ve dersi yansıtmak ve spiral etrafındaki devam eden turların nasıl kullanılmak istendiğine dair strateji oluşturulur (The Biomimicry Institute, 2016).

Birinci adım olan “tanımlama” evresinde tasarım spesifikasyonu ve sorunun özünü bulmak için “Ne tasarlamak istiyorum?” sorusu yerine “Tasarımımın ne yapmasını istiyorum?” sorusu sorulur. Bu adım, çözülecek olan spesifik problemi açıklayan bir tasarım özeti hazırlamayı gerektirir. Hemen bir tasarım çözümü belirlemektense, tasarımın gerçekleştirmesi amaçlanan temel işlevini tanımlayarak belirleme fazıdır.

İkinci adım olan “tercüme etme” aşamasında tasarım fonksiyonunu doğada çözümlenmiş biçimleriyle karşılaştırma adımdır. “Doğa bu soruna nasıl yaklaşıyor?”, “Doğa böyle bir sorunu nasıl çözmez, neyi yapmazdı?” sorularının sorulduğu fazdır. Kısacası işlevler biyolojik dünyadaki terimler haline getirilir. Yaşam alanını, yerini, habitatı daha ayrıntılı olarak tanımlamaya yardımcı olur. Bu adım tasarım spiralinin en ayırt edici özelliği olan “biyolojikleştirme” olarak da tanımlanabilir. Tasarımcının, karmaşık ve sürdürülebilir sistemler üretmek için oluşmuş olan doğanın 3,8 milyar yıllık araştırma ve geliştirmesinin incelenmesi, sorunları çözmek için yaptıklarına bakması adımdır. Çözümenecek soruna dair iklim, besin maddeleri, sosyal ve dōnemsel koşullar gibi doğada işlevinin sağlandığı (karşılandığı), spesifik koşulların tanımlanarak odağın daha da özelleştirilip daraltılarak, olasılıkların elenmesini kolaylaştıracak olan bu adım aynı zamanda çözümlenmesi planlanan sorunun biyolojik olarak sürdürülebilir olması şansını daha da arttır.

Üçüncü adım olan “keşfetme” adımı soruların çözümü için en doğal modellerin bulunması aşamasıdır. “Doğada kimin hayatta kalması bu sorunun çözümüne bağlıdır?” sorusuyla doğada bu soruna çözüm bulmuş en iyi uygulayıcıyı bulmaya çalışılan fazdır. Bir önceki aşama olan “tercüme etme” adımı belirlenen biyolojik

problemlerin çözümleri ve örneklerini bulma aşamasıdır. Bu aşamada biyolojik bilgi çok önemli olduğu için bu adımda biyoloji alanından destek almak önerilir.

“Soyutlama” adımı doğada başarıya ulaşmış, tekrar göstermiş modellerin ve süreçlerin bulunmasını içerir. Bu faz nesnenin özünü ve detaylarını kaybetmeden netleştiren soyutlama bölümüdür. Kavram ve çözümlerin onları değiştiren, çok disiplinli hale sokan belirli ayrıntıları olmaksızın kendisini ifade etmesine olanak verir. Bulunan stratejilerin ters mühendislik⁶ ile tasarım alanında nasıl çalıştıkları tanımlanır.

Beşinci adım olan “öykünme”de bulunan çözümleri tasarıma mümkün olduğunca iyi uygulayan, form taklidi, işlev taklidi, ekosistemsel taklit vb. çözümlemeler geliştirilir, yaşam stratejilerinin taksonomisi⁷ oluşturulur. Bu adımda önceki aşamada tanımlanan doğal modellere dayanan tasarım zorluklarına yönelik pratik çözümler geliştirilir. Bu noktada çözümün ölçeği dikkatlice düşünülmeli ve ekolojik, sürdürülebilir sonuçların elde edilebilmesi için çevresi ile bağlantılı analizler yapılmalıdır.

Altıncı adım “değerlendirme” adımıdır. Bu adım süreç içerisinde ortaya çıkarılan çözümün (tasarımın), yaşam için elverişli koşullara sahip olup olmadığını, tasarımın uygulanılabilirliğini, uygulanabilir değilse nedenini sorgular. “Yaşam prensipleri” karşısındaki değerlendirmedir. Bu adım sonuçların sürdürülebilir olmasını sağlamak için eleştirel bir yaklaşımla incelenmesini içeren bölümdür.

Son adım olarak yine “tanımlama” adımına dönülür. Değerlendirme bölümünde yapılan eleştirilerden elde edilen çıkarımlara dayalı olarak tasarım özetleri hazırlama ve geliştirme süreçleri tekrarlanır. Bu ek adım spiralin başından başlayıp “tanımlama” adımının tekrardan yapılması ve sorunun daha derin bir anlayış ile önceki “değerlendirme” adımıyla tespit edilen sorunları göz önüne alarak tasarım spirali sürecinin tüm aşamalarının tekrarlanmasıdır.

⁶ **Ters Mühendislik**; Bir aygıtın, objenin veya sistemin; yapısının, işlevinin veya çalışmasının, çıkarımcı bir akıl yürütme analiziyle keşfedilmesi işlemidir. Sistemin parçalarına ayrılması ve çalışma prensiplerinin detaylı şekilde analizini içerir. https://www.wikizero.com/tr/Tersine_m%C3%BChendislik Erişim 12 Aralık 2019

⁷ **Taksonomi**; Sınıflandırma bilimi. Terim Yunanca taksis (düzenleme) ve nomos (yasa) sözcüklerinden türetilmiştir. <http://www.ansiklopedim.info/?p=5596> Erişim 12 Aralık 2019

Tasarım aracı olarak nitelendirilebilecek spiralin bu yönü, aşamaları boyunca sürekli olarak yineleyici bir süreç haline getirir. Aynı zamanda daha özelleştirilmiş, rafine edilmiş sonuçların ortaya çıkmasına yardımcı olur. Tasarım spirali bu yönüyle kendi içerisinde de biyomimetik olarak tanımlanabilecek bir davranış sergilemektedir. Yineleyici geri besleme döngüleri yoluyla oluşan öğrenme ve uyarılma sürecini taklit eder.

1.1.2 Doğa Prensipleri

“...Milyarlarca yıl içerisinde doğal seleksiyon en iyi olan stratejileri elemiş ve onları karmaşık, dominant ekosistemlere adapte etmiştir. Bu stratejiler deneme yanılma yoluyla elimine edilmiş ve en sonunda yalnız en geçerli ve sağlam geriye kalmıştır. Doğa bu prensiplerle çalışan ve deyim yerindeyse bir üreticidir.” (Benyus, 1998, s.1-10)

Doğanın her şeyden önce taklit edilmesi ve incelenmesi gereken, doğanın tüm sistemlerinde uyguladığı genel ve en önemli özelliklerini Benyus bir liste altında toplamıştır.

“Doğa devamlılığını güneş ışığı ile sağlar.” (Benyus, 1998, s.7) Enerjiyi en verimli şekilde nasıl toplayacağını bilir.

“Doğa yalnızca ihtiyaç duyduğu kadar enerji kullanır.” (Benyus, 1998, s.7) Gereksiz kullanımlarla kaynaklarını tüketmeyerek minimum seviyede kullanım yapar. Oldukça iri cüssesiyle uçmak için normal şartlar altında çok büyük enerji harcaması gereken Güney Amerika Akbaba’sının sıcak hava akımlarından yararlanarak neredeyse otururken harcadığı enerji kullanımıyla uçuşu çözümü bu madde için uygun bir örnektir. (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa formu fonksiyona uygun hale getirir.” (Benyus, 1998, s.7) Doğa aşırılığa kaçmak yerine minimize eder bu bağlamda form fonksiyonu takip eder. Kedigillerin dillerinde bulunan paplinler avlarından daha efektif biçimde beslenmelerini sağlarken

kedigillerin kendilerini temizlemesine de olanak sağlaması bu maddeye örneklenebilir (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa her şeyi geri dönüştürür.” (Benyus, 1998, s.7) Doğa ürettiği hiçbir şeyi boşa harcamayarak farklı amaçlar doğrultusunda yeniden kullanımlar yaparak geri dönüşümü etkili biçimde kullanır. Örneğin; bir bitki öldüğü zaman önce farklı organizmalara besin olurken, daha sonra bitkiden beslenen organizmaların atıkları başka organizmaların besinlerini oluştururlar. (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa iş birliğini ödüllendirir.” (Benyus, 1998, s.7) Kısaca simbiyotik⁸ ilişkileri destekleyerek farklı türlerin bir arada hayatta kalmasını ve efektif biçimde birbirlerinden yararlanmasını sağlar. (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa değişime eğilimlidir.” (Benyus, 1998, s.7) Doğanın kendi içerisindeki değişimlerine en uygun örnek olarak farklı mevsimlerde farklı canlıların popülasyonlarında gözlemlenen değişimlerdir. (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa yerel uzmanlığı talep eder.” (Benyus, 1998, s.7) Kısaca denebilir ki doğa yerel ekosistemler yaratmaktadır ve ihtiyaç duyduğu hizmetleri ortamında değerlendirir. (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa içindeki aşırılığa hakimdir.” (Benyus, 1998, s.7) Dengeli üretim ve tüketimler yaparak kendi içerisindeki sistemin bozulmasına izin vermez. (Biomimicry Institute, 2019)

“Doğa sınırlarının gücünü zorlar” (Benyus, 1998, s.7) Geribildirimleri dinleyerek dengesini korur, ihtiyaç dahilinde yeni çözümler üretir ve verimliliğinin devamlılığı sağlar.

⁸ İki canlının tek bir organizma gibi birbirleriyle yardımlaşarak bir arada yaşamalarıdır.
<https://ttgv.org.tr/projeler/eko-verimlilik-ve-endustriyel-simbiyoz-faaliyetleri> Erişim 10 Aralık 2019

1.1.3 Yaşam Prensipleri

Tasarım Spirali oluşturulurken doğanın prensipleri yol gösterici olmuştur. Doğanın kendi içinde uyguladığı ilkeler incelenerek bir bakıma taklit edilebilecek özellikler rafine edilerek tasarım spirali kural ve yönergeleri belirlenmiştir. Tıpkı tasarım spirali gibi doğa prensipleri de “yaşamın prensipleri” incelenerek belirlenmiştir (Biomimicry Institute, 2019). Yaşam kendi içerisinde sistematik kurallar ve yöntemler çerçevesinde çalışan akıllı bir dögüdür. Dünyadaki tüm yaşam birbirine bağlı ve bağımlıdır, hayatın ilkeleri hayatta olan ve gelişen türler arasında bulunan tüm modelleri temsil eder. Yaşamın ilkeleri, yaşamı kolaylaştıracak koşulları oluşturmak için bu stratejileri bütünleştirir ve optimize eder. Benyus’un belirttiği yaşamın prensipleri şunlardır;

1. Hayatta kalmak için gelişir.
 - Çalışan stratejileri çoğaltır.
 - Beklenmedikleri birleştirir yeni form ve fonksiyonlar elde eder.
 - Bilgileri birbirine karıştırır ve kombine eder.
2. Kaynakça verimli ve etkilidir. (Malzeme ve enerji bağlamında)
 - Çok fonksiyonlu tasarımlar kullanır.
 - Düşük enerji tüketimli süreçler kullanır.
 - Tüm malzemeleri geri dönüştürür.
 - Formu işleve uydurur.
3. Değişen koşullara uyum sağlar.
 - Çeşitliliği birleştirir ve destekler. Bir ihtiyacı karşılamak için birden fazla süreç veya sistemi birlikte kullanır.
 - Çeşitlilik artışı ve yerinden yönetim aracılığı ile esneklik sağlar.
 - Kendini yenileyerek bütünlüğü korur.
4. Büyümeyi kalkınma ile entegre eder.
 - Kendisini organize eder.
 - Aşağıdan yukarıya inşa eder.
 - Modüler ve birbirinin içine yerleşik bileşenleri birleştirir.
5. Yerel olarak sorumlu ve duyarlıdır.
 - Geribildirim döngülerini kullanır.
 - Döngüsel süreçleri lehine kullanır.
 - Kooperatif işleri geliştirir.
 - Kolayca temin edilebilen malzeme ve enerjiyi kullanır.

6. Doğa dostu kimyasallar kullanır.
 - Elementlerin küçük bir parçasıyla selektif olarak inşa eder.
 - Parçalanan ürünleri iyi huylu bileşenler haline getirir.
 - Suda kimya yapar. (Benyus, 1998 s.253)

1.2 Biyomimetğin Gözlemlenme Biçimleri

Biyomimetik modern literatürde yerini çok geç sayılabilecek tarihlerde almış olsa da aslında hayatın başlangıcından beri hayatın her alanında gözlemlenebilmektedir. 3,8 milyar yıldır elenerek rafine edilmiş çözümlmeleri listelemek ve analiz etmek mümkün olmadığı için taklit ve ilham yöntemlerinin ana başlıklar halinde kategorize edilerek incelenmesi daha pratiktir. Biçimsel, fonksiyonel, dokusal, renk ve strüktürel ana başlıkları halinde bir listeleme yapılabilmektedir (Kuday, 2009 s.38-58)

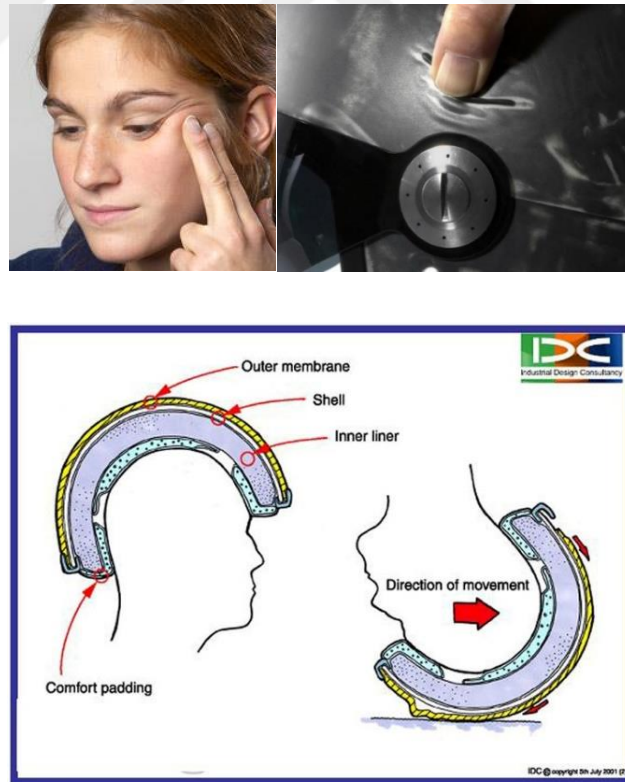
1.2.1 Biçimsel Biyomimetik

Canlılardan birebir taklit edilmiş bir biçim, biçimin normalde yerine getirdiği işlevi doğrultusunda hizmet vermek zorunda değildir. Doğadaki biçim estetik amaçlı olarak ya da başka bir fonksiyona hizmet edecek şekilde kullanılabilir. Bu doğrultuda yapılan esinlenme biçimsel biyomimetik bağlamında incelenir (Genç, 2013 s.41).

Form her zaman fonksiyonu takip etmek zorunda değildir. Örneğin; bir araba balinaya benzeyecek bir formda tasarlanmış olabilir ancak onun gibi hizmet etmek vermek zorunda değildir. Böyle bir örnekte biçimin incelenerek avantajlarının ortaya çıkarılması gereklidir. Bu örnekte, aerodinamik özellikleri dolayısı ile balinanın ağırlığına rağmen sudaki akışkanlığı ve atıklığını en etkili şekilde kullanmasına izin veren formunun araba tasarımına adapte edilmesi ve aerodinamik üzerine etkileri konusunda doğadan esinlenme yapılmıştır.

Hem biçimsel hem de fonksiyonel biyomimetik başlıkları altında kabul görebilecek olan diğer örnek ise insan derisi ve kask örneğidir. Ken Philips adlı İngiliz doktorun motosiklet kazalarındaki yaralanmaları önlemek üzerine yapmış olduğu

araştırmalarda en güvenli kaskın kullanımında bile çarpışma anından hemen sonra insan başının dönüşünün durmadığını fark etmiştir (Alter, 2010). Araştırmaları esnasında doğanın bu soruna karşı geliştirdiği bir çözüm dikkatini çekmiştir; insan derisi. İnsan kafa derisi etkinin yönüne doğru hareket etmeye karşı bir hareket sağlamaktadır bu şekilde kafatasındaki baskı azaltılmış olur (Cokeley, 2010). Bu çözümlemeden yola çıkılarak kaskın üzerini kafa derisini taklit eden bir malzemeyle kaplamanın yaralanmaları azaltacağını ve beyni koruyacağı hipotezi ortaya atılmış ve ‘Superskin’ teknolojisi yaratmıştır (Şekil 2). Kaska kaplanan malzeme insan derisi gibi esnek bir yapıdadır. Test sonuçları göstermektedir ki bu teknolojinin kullanımı sonucunda kafa hasarları %67,5 oranında azaltılabilmektedir (Ask Nature Team, 2016).



Şekil 2 – Lazer Helmets, Superskin Kask (Sanchez, 2010)

1.2.2 Fonksiyonel Biyomimetik

Canlılardan doğrudan ya da dolaylı yoldan esinlenilerek, doğadaki işlevine yakın ya da aynı şekilde kullanımı bağlamındaki esinlenme fonksiyonel biyomimetik başlığında incelenir. Formun ön planda olmadığı bu kategoride esinlenen “şeyin” yerine getirdiği işlev önemlidir.

Türk Dil Kurumu sözlüğündeki açıklamasıyla fonksiyon yani işlev; “**a.1.** Bir nesne veya bir kimsenin gördüğü iş, iş görme yetisi, görev, fonksiyon. **2.kim.** Bir deneyi yaparken izlenen yol, izlev. **3. top. b.** Bir yapının gerçekleştirebileceği ve onu başka yapılarda ayırt etme imkânı veren eylem türü” fonksiyon olarak tanımlanmıştır (Türk Dil Kurumu, 2019).

İşlev bir organizmanın doğal olarak yaptığı eylemdir (Bass, 1968, s.26). Tasarımda ise işlev; tasarımın üretilme sebebi olan ihtiyaca ya da amaca hizmet etmesi olarak tanımlanır.

Bu kategorideki örnekte; 2004 yılında, Duke Üniversitesi, West Chester Üniversitesi ve U.S Naval Akademisinin araştırması ışığında bilim insanları balina yüzgeçlerinin ön kenarlarındaki çıkıntıların verimliliği arttırdığını ve sürtünme oranını %32 düşürürken, kaldırma oranını da %8 arttırmakta olduğunu keşfetmişlerdir (Gunther, 2016). Rüzgâr türbini sektöründeki firmalar doğanın sürtünme karşısında bulunduğu bu çözümü inceleyerek kendi türbin tasarımlarına, uçak kanatlarına, pervane ve fanlara uygulayarak doğanın sunduğu enerji tasarrufu çözümünden yararlanmışlardır (Orcutt, 2010) (Şekil 3).



Şekil 3- Balina Yüzgecinden Esinlenilerek Geliştirilmiş Türbin Kanadı (CNN Turk 2019)

Pax Scientific adlı firmanın doğadaki su ve hava geçişini gözlemleyerek yaptıkları tasarım çalışmaları da yine bu başlığa örnek olabilecek niteliktedir. Elektronik aletlerin fan sesleri en sessiz ortamlarda bile duyulabilmektedir, ayrıca fan sistemleri enerji kullanımının oldukça önem taşıyan bileşenlerinden biridir. Pervane tasarımları özel bir geometrik örüntüyü takip etmektedir. Bu logaritmik örüntü Fibonacci serisi veya altın oran olarak bilinen oranı bir filin hortumunda, galaksinin dönen elemanlarında, cilt gözeneklerimizde, kulaklarımızdaki salyangoz kemiğimizin içinde, kıyıya vuran dalgalarda bile gözlemleyebiliriz. Pax Scientific firması da bu geometriyi fan, mikser, türbin, pervane, pompa gibi dönerek çalışan türlü cihazlara uygulamıştır (Terrapin Bright Green – Biomimicry Guid, 2019) (Şekil 4).



Şekil 4- Pax Scientific, Salyangoz Kabuğu Geometrisinden Esinlenerek Tasarlanmış “The Lily” Pervanesi (Ask Nature, 2016)

1.3.3 Dokusal Biyomimikri

Dokusal Biyomimikri incelenirken öncelikle ‘dokunun’ tanımı ele alınmalıdır. Türk Dil Kurumunun yapmış olduğu sözlük açıklamasıyla doku; “bir vücut ya da organın yapı öğelerinden birini oluşturan hücreler bütünüdür.” (Türk Dil Kurumu, 2019) Dokuların incelenmesiyle edinilen bilgiler doğrultusunda keşfedilen ya da geliştirilen yeni malzemelerle inovatif ve varolandan daha işlevsel, dayanıklı ve sürdürülebilir tasarımlar yapılabilmektedir.

Biyomimetik tasarımda doğanın dokusal yapılarından esinlenilirken amaç görsel etkiyi arttırmak yerine dokunun işlevsel gücünün etkisini arttırmaktır.

Bu kategoride incelenebilecek en bilindik örneklerden biri Amerikalı yüzücü Michael Phelps’in 2008 Yaz Olimpiyatlarında giydiği Speedo’nun Fastskin adı ile ürettiği köpekbalığı derisinden esinlenerek tasarlanmış mayodur (Şekil 5). Köpek balığı derisinde elektron mikroskobu altında görüntülenebilecek yapıda, sayısız birbiri üzerine geçmiş deri dişleri⁹ bulunmaktadır. Bu yapılar incelendiğinde görülmüştür ki su akıntısı ile aynı hizalanabilen oluklara sahiptirler (Feld ve diğerleri, 2019, s.1-20). Bu oluklar su içinde boğum ya da girdapların oluşmasını engelleyerek suyun daha hızlı geçmesini yani sürtünme kuvveti etkisini azaltmaktadırlar. Bu çok katmanlı yapı sayesinde aynı zamanda yosun ve parazit oluşumları da engellenmektedir (Biology of Sharks and Rays, 2019).

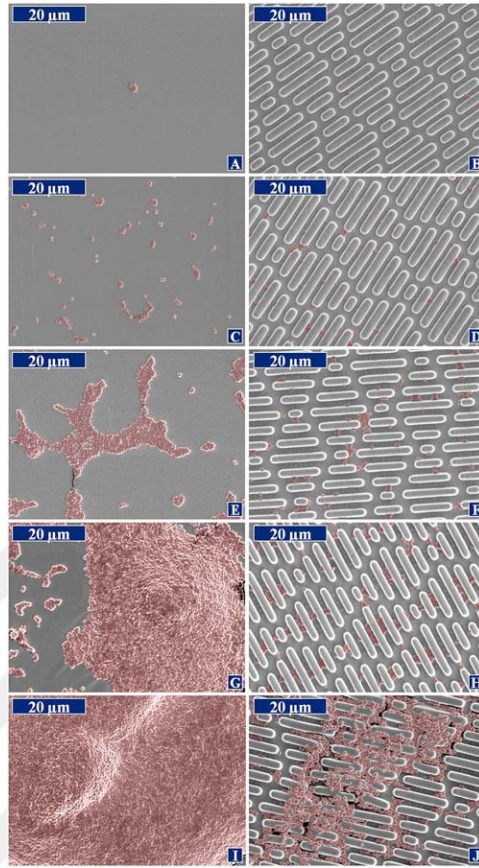
Bilim insanları da bu bilgiler bağlamında köpekbalığı derisinde bulunan deri dişlerini taklit ederek mayo ve teknelerin alt kaplamalarında kullanılabilecek replikalar üretmişlerdir. Bu yeni nano teknolojik dokusal biyomimikri yaklaşımı ile yüzme alanında yeni rekorlar kırılmasının yanı sıra bilim adamları bu teknolojinin yalnız sürtünme kuvveti etkisini azaltma amaçlı olmadığını ve bakteri oluşumunu önleyen yapısı sayesinde steril ortam ürünleri geliştirmeye de devam etmektedirler (Roberts, 2017).

⁹ Dermal denticles



Şekil 5- Speedo, Fastskin, 2004 (Nikhomvan, 2013)

Köpekbalığı derisinin dokusal yapısından yararlanılarak bulunan bir diğer ürün de Florida’da bulunan Sharklet Technologies tarafından patentlenmiştir. Deri yapısında bulunan dişli deri yapısı sürtünme kuvvetini azaltmasının yanı sıra köpekbalığı derisinin temiz kalmasını da sağlamaktadır (Sharklet, 2019). Parazit ve bakterilerin deriye tutunmasını engelleyerek bu görevi yapan deri dişleri dokusu firma tarafından yapışkan bir film üzerine uygulanmıştır. Film mikroskobik elmas şekline sahip tümseklerle bezenmiştir dolayısıyla bakterilerin tutunmasını imkânsız kılan bir yapıdadır. Sharklet’in araştırmacıları, *S. aureus*, *P. Aeruginosa*, VRE, *E. coli* ve MRSA gibi patojenlerin durdurulma kabiliyetinin olduğunu kanıtlamıştır. Sharklet’in doğal bir çözelti olması ve kimyasal veya antibiyotik içermeyen, anti bakteriyel özelliklerini belirleyen tek başına bir yapı olduğu belirtiliyor (Chin, 2015). Bu tasarım hastanelerde, umumi tuvaletlerde, kapı kolları, su depoları gibi nesnelerin steril kalabilmesi için kullanılması için tasarlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6- Standart Yüzey (a) ve Sharklet Technologies Patentli Film Dokusu (b) 21 Günlük Bakteri Gelişimi (Brennan ve diğerleri, 2007)

1.2.4 Renk Biyomimetizi

Renk Biyomimetizi, doğadaki renk kullanımı ve semiyotizini inceler. (Won, Westland, 2017 s.43-59) Doğa dikkat çekmek ve uyarmak amaçlı olarak canlı renkleri kullanırken, kamufulaj için bulunduğu ortamdaki canlı türlerinin renk ve desenlerini kullanır. İnsanoğlu da aynı semiyotik yaklaşımlar doğrultusunda doğadaki renklerin kullanım amaçlarını inceler ve taklit eder (Wladimir, 2015).

Canlıları incelediğimizde renklerin kimi zaman dikkat çekmek kimi zaman saklanmak ve aldatmak için kullanıldığını gözlemledik. Dikkat çekmek ve uyarmak için kullanılan renkler dalga boyu yüksek, canlı ve parlak renklerden oluşurken kamufula olma amacıyla kullanılan renkler ortamın renk ve desenlerinden oluşmaktadır (Soygüder,

2019). Zoolojideki terimi ile ‘aposematik’ dikkat çekmek ya da ikaz etmek için, kamufulaj için de ‘kripsis’ terimleri kullanılmaktadır (Wikipedia, 2019). Hoş olmayan koku ve seslerle de desteklenebilen bu uyarı biçimini böcekleri çekmek isteyen bir bitkinin parlak renklerinde ya da bir kokarcanın vücut kokusu ve renklerinde görebiliriz. Ancak kimi canlılar vardır ki aposematik renklenmeyi bir kamufulaj yöntemi olarak değil şaşırtıcı bir strateji olarak kullanır, terimsel olarak Bates Mimikrisi¹⁰ olarak bilinen bu yöntemle örnek olarak tehlikeli olmayan bir canlının zehirli bir canlıyı taklit ederek kendisini güvence altına alması verilebilir. Aynı durumun ters yansıması olarak zehirli olan türler de zararsız canlıları kendilerine çekmek için mimikri yapar, literatürde Müllerian Mimikrisi¹¹ olarak bilinmektedir (Brittanica, 2019). Bu bağlamda doğadaki aposematik renklenme durumu doğrultusunda insanoğlu da benzeri bir yaklaşımla renkleri kullanmaktadır. Dikkat çekme amacı ile tehlikeli bölgeleri işaret ederken yüksek dalga boyuna sahip renkleri kullanarak, çevreyi uyarmak, alarm ve benzeri uyarıcı elemanların kullanımında parlak ve dikkat çekici renklerin kullanımı ve ses ile desteklenerek etkisinin artırılması, trafik ışıklarındaki renklendirme örnek olarak gösterilebilir.

Doğadaki renk kullanımlarından bir diğeri de kamuflejdir, zoolojideki adıyla ‘crypsis’ ya da ‘kriptik renklenme’ olarak bilinmektedir (Wikipedia, 2019). Bu renklenmeye sahip canlılar birkaç farklı kamufule yöntemi kullanmaktadırlar; ortam renklerine ve dokularına bürünerek, çift renkli yaratılarak birden çok olarak algılanarak ve grup halindeyken desenleri sebebi ile ayrı ayrı algılanamayarak. İnsanoğlu da kriptik renklenme yaklaşımı doğrultusunda örneğin askeri üniformalarını ortam şartlarına uyum sağlayacak şekilde renklendirmiş hatta kimi zaman dokulandırmışlardır (Şekil 7).

¹⁰ **Bates Mimikrisi**; Bates’in 1862 yılında yaptığı çalışmaya göre: zararsız olan bazı türlerin, kendisini zararlı ya da kötü tadı olan canlılara benzetmesi. <https://evrimagaci.org/kamuflej-ve-evrim-10> Erişim 1 Aralık 2019

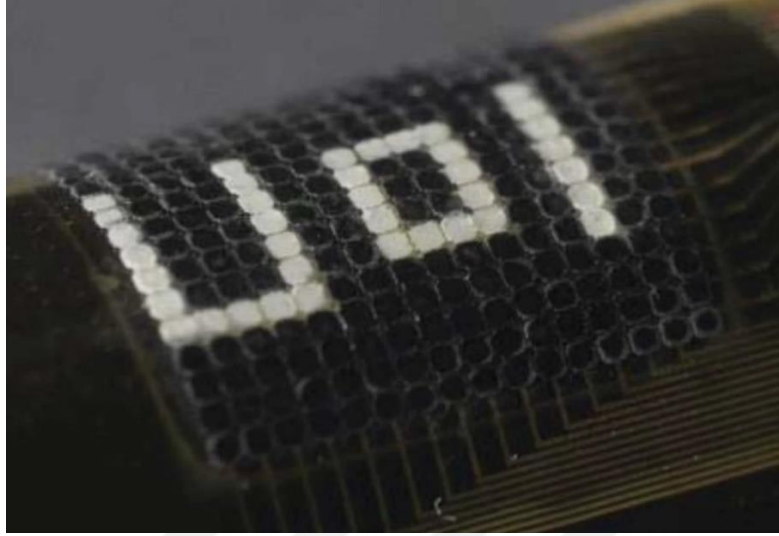
¹¹ **Müllerian Mimikrisi**; Fritz Müller’in 1878 yılında yaptığı çalışmaya göre: zararlı olan bazı türlerin, kendisini zararsız olan canlılara benzetmesi. <https://evrimagaci.org/kamuflej-ve-evrim-10> Erişim 1 Aralık 2019



Şekil 7- Kriptik Renklenme, Askeri Kamufulaj

Kalamarlar, tüm kafadanbacaklılar gibi ten renklerinin değiştirmelerinin yanı sıra parlama (biyoluminesans) yeteneğine de sahiptir. Özel cilt hücreleri ve kas ağları sayesinde sahip oldukları kamufulaj yeteneği yırtıcılardan gizlenmelerine yardımcı olurken, biyoluminisans yetenekleri de eş bulmalarını sağlar (How ve diğerleri, 2017). Araştırmacılar bu canlılar üzerinde yaptıkları araştırmalar sonucunda çevresindeki değişimleri tespit edip kendisini ortamla eşleştiren askeri ve ticari uygulamalara adapte edilebilecek bir cihaz geliştirdiler (Şekil 8). Henüz erken evrelerinde bir prototip olan cihaz aküleri, ışık sensörlerini ve yansımaları kullanan esnek, pikseli bir ızgara yapıdadır. Işık sensörleri çevrede bir değişiklik tespit ettiğinde diyotlara gönderilen sinyalle birlikte ısı üretimi yapılır ve termokromik¹² ızgara bu sayede renk değiştirmeye başlar (Thomas, 2014).

¹² Termokromik pigmentler rengi tersine çeviren mikro kapsüllerden oluşur. Sıcaklık belirlenen bir sıcaklığa yükseltildiğinde, pigment renkliden renksiz hale gelir (veya bir renkten diğerine). Pigment soğudukça renk orijinal renge döner. <http://tr.toptcmchem.com/news/what-s-thermochromic-pigment-25130716.html> Erişim 1 Aralık 2019



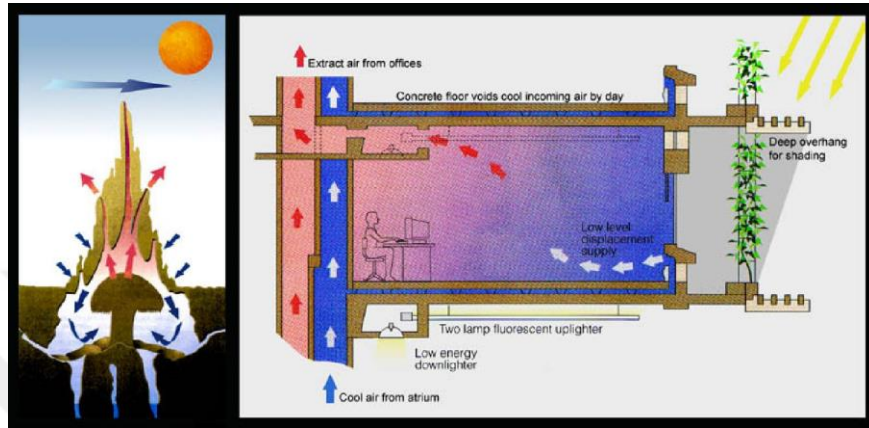
Şekil 8- Cunjing Yu – John Rogers, Ortamına Uyum Sağlayabilen Kumaş (Choi, 2014)

1.2.5 Strüktürel Biyomimetik

Strüktür; birbirleriyle aynı ya da benzeyen birimlerin tekrarlamasından oluşan yapısal örüntüdür (Şahindoğan, 2017). Kendi içerisinde makro ve mikro strüktür olarak ayrılarak incelenebilen bu başlıkta makro strüktürü ‘dış yapı / iskelet’, mikro strüktürü ‘iç yapı / iskelet’ olarak tanımlayabiliriz. Bu başlık bağlamındaki biyomimetik esinlenme ve yaklaşımlar, söz konusu tasarımın iç ve dış yapısındaki esinlenmelerdir.

Strüktürel biyomimikrinin makro boyutu için en bilinen örnek Zimbabwe’nin Harare şehrinde Mick Pearce tarafından tasarlanmış Eastgate Centre’dir. Bina termit yuvalarından esinlenilmiştir (Şekil 9). Termit yuvaları dışarıdaki hava koşulları 30 ve 100 derece arasında değişkenlik gösterirken yuva içinin 87 santigrat derecede sabit ısıda kalır, bu ısı bir termitin yaşayabileceği ideal ortam sıcaklığıdır (Termite Research, 2019). Mick Pearce Eastgate Centre’yi tasarlarken termit yuvalarının soğutucu baca ve tünelleri üzerine çalışmalar yapmıştır ve edindiği bilgileri 32,000 metrekarelik binaya uygulamıştır (McKeag, 2009). Binanın ısıtılması ve soğutulması için, standart bir binaya oranla %90 daha az enerji harcayan bina sahip olduğu büyük boyulu bacalarıyla doğal yöntemlerle soğuk havayı içeriye alır ve zemin plakalarının ısınıp, tıpkı termit

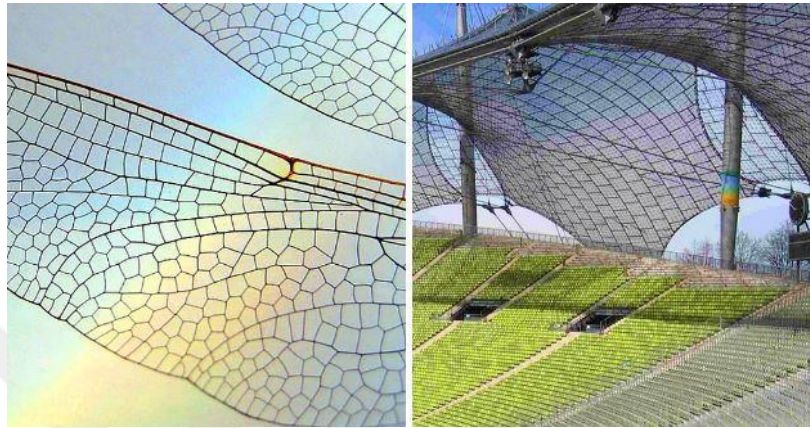
yuvalarında olduğu gibi serinletir. (Ask Nature Team, 2016) Gün içerisinde de zemin plakalarının serinliğini koruyarak ek havalandırma ihtiyacını büyük oranda azaltır.



Şekil 9- Termit Yuvası ve Eastgate Centre Hava Sirkülasyonu Diyagramı (Eastgate Centre, 2019)

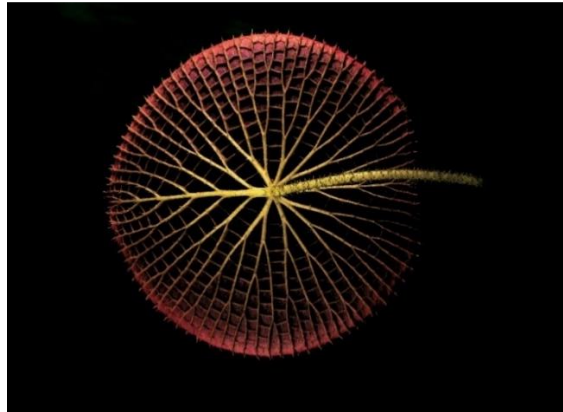
Mikro strüktürel biyomimikri örneğine ise Münih Olimpiyat Stadyumu verilebilir. Stuttgart'ta bulunan Behnisch & Partner mimarlık firması tarafından tasarlanan çatı 1967'te Frei Otto'nun Montreal Dünya Fuar'ındaki çadır benzeri çatıya sahip pavyonundan yola çıkışla hazırlanmıştı (Fiederer, 2011). Münih Olimpiyat Stadyumu tasarımcıları stadın çatısını yusufçuk canlısının kanatlarından esinlenerek tasarlamıştır (Tomlinson, Woodward, 2013 s.545) (Şekil 10). Yusufçuğun milimetrenin 3000'de 1'i kalınlığındaki incecik kanatları, zar yapısına rağmen şaşırtıcı derecede dayanıklıdır (Kannarath, 2014). Dayanıklı olma sebebi ise kanatlarının bine yakın küçük bölmelerden oluşmasıdır. Bu bölmeler sayesinde uçarken yırtılmalar oluşması engellenir, yani hava akımına karşı koyma direnci azalmış olur. Mimarlarda yusufçuğun kanatlarını inceleyip doğanın zedelenmeler ve yırtılmalar için sunduğu bu çözümden yola çıkışla stadyumun çatısını aynı yöntemle inşa etmişlerdir. Strüktürü doğru uyulayabilmek, güvenlik açıklarına gerekli önlemleri alabilmek ve estetik anlamda başarılı olabilmek adına yapılan kapsamlı malzeme araştırmaları sonucunda yangına da dayanıklı olan iki

ayrı renk tonunda dört milimetrelık şeffaf gri ve şeffaf PLEXIGLAS® GS levhalar seçilmiştir (Plexiglass, 2019).



Şekil 10- Yusufçuk Kanat Strüktürü (a), Münih Olimpiyat Stadyumu Çatısı (b)

Londra’da bulunan ve ilk dünya fuarına evsahipliği yapan Kristal Saray’da (The Crystal Palace) strüktürel açıdan biyomimetik sayılmaktadır. 1851 yılında düzenlenen Büyük Sergi (The Great Exhibition) için inşaa edilen Kristal Saray, cam ve demirin bir arada kullanıldığı en estetik yapılardan birisi kabul edilmektedir (History, 2013). Aslen peyzaj mimarı olan Joseph Paxton Victoria, Amazonica adlı nilüfer familyasından gelen bitki üzerinde yaptığı incelemeler sonucunda Kristal Sarayı tasarlamıştır (MIT Press, Tarihsiz) (Şekil 11). Yapının cam kısımlarını yaprak, demir taşıyıcı sistemleri de bitkinin karmaşık damarları olarak kabul ederek tasarladığı binanın bu benzetimi sonucunda ortaya geniş bir alanı kaplayan ancak aynı zamanda hafif ve sağlam bir yapıya sahip bir çatı tasarlayıp hayata geçirmiştir (Pollard, 2019) (Şekil 12).



Şekil 11- Jonathan Singer, Victoria Amazonica (Opar, 2009)



Şekil 12- Dickinson, Kristal Saray, 1851 (Missed in History, 2013)

1.3 Biyomimetğin Düzeyleri

Biyomimetğin gözlemlenme biçimlerinden sonra biyomimetik davranışı kategorize edebilmek amacıyla düzeylerinden de bahsetmek gereklidir. Taklit üç ana aşamada gerçekleşmektedir; organizma, davranış ve ekosistem (Benyus, 2019). Kısaca organizma düzeyindeki taklit; bitki, hayvan ve bunun gibi örneklendirilecek organizmaların bir bölümü ya da organizmanın tamamının taklididir. İkinci seviye olan davranış düzeyindeki taklit; organizmanın bir bölümü ya da tamamının nasıl davrandığı ile ilgilidir. Üçüncü yani ekosistem düzeyindeki taklit ise tüm ekosistemi ve ortak ilkelerin taklidi olarak açıklanır.

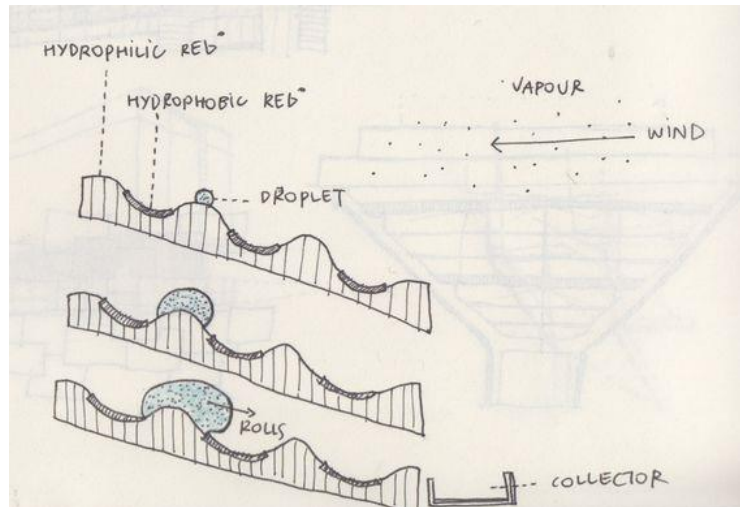
1.3.1 Organizma Düzeyinde Biyomimetik

Canlı organizmalar milyonlarca yıldır gelişmekte ve evrilmektedir. Dünya üzerinde hala varlıklarını sürdürenler ise zaman içerisinde sürekli değişime ayak uydurabilen, hayatta kalmak için gerekli olan mekanizmaları sağlayabilmiş olanlardır. Doğa daimi bir AR-GE sürecindedir ve doğal seleksiyon ile yalnızca işe yarayan, adapte olabileni destekler. İnsanlar da bu bağlamda organizmaların yaşadıkları problemleri ve çözümlerini, özellikle enerji ve materyaller bağlamında, kendi problemlerini etkili yollarla çözebilecekleri dev bir bilgi havuzuna sahiplerdir. Kısaca organizma düzeyindeki mimikri; organizmaların biçim ya da örüntüsünün tamamının veya bir bölümünün taklididir. (Wikipedia, 2019)

Örneğin; Afrika’da bulunan Namib Çölünde yaşayan Tenebrionidae familyasına ait Stenocara siyah böcekleri neredeyse hiç yağış almayan bir bölgede yaşamaktadır. Vücudunu rüzgara karşı eğerek çölün üzerinde hareket eden sisteki nemi yakalayabilmektedir (Yaşar, 2018 s.19-20) (Şekil 13). Nem damlları böceğin hidrofilik¹³ - hidrofobik¹⁴ pürüzlü kanatları ve sırtı üzerinden kayarak ağzına süzulebilmektedir. (Ask Nature Team, 2017) 2002 yılında, KSS Architects’ten Mattew Parkess; Namibiya Üniversitesi Hidroloji Merkezi için bu böcekten esinlenerek organizma düzeyinde mimikri yapan bir sis yakalayıcı tasarımı hazırlamıştır.

¹³ **Hidrofilik**; Suyu seven moleküller. Polar gruba sahip olan moleküller su ile hidrojen bağı oluşturarak suyun içerisinde çözünürler. <https://www.biyologlar.com/hidrofilik-ve-hidrofobik-nedir> Erişim 10 Aralık 2019

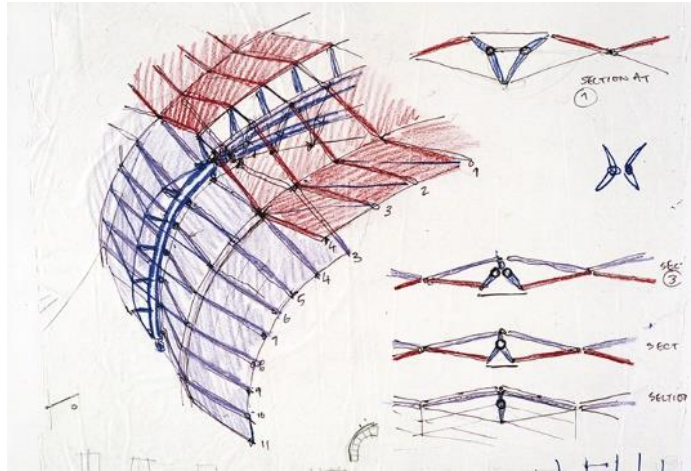
¹⁴ **Hidrofobik**; Apolar moleküller su içerisinde çözünmezler ve hidrofobik (sudan kaçan) olarak isimlendirilirler. <https://www.biyologlar.com/hidrofilik-ve-hidrofobik-nedir> Erişim 10 Aralık 2019



Şekil 13- Namibiya Çöl Böceği Kabuk Dokusunda Su Damlası Davranışı (Biology on Water Harvesting, 2013)

2001 – 2007 yılları arasında da Ravillous ve Knight böceği inceleyerek havaalanı pistlerinden sisi temizleyerek nemi almasını planladıkları yeni materyaller geliştirmek üzerine araştırmalar yapmaya devam etmişlerdir. (Alshami, 2015)

Diğer örnekte Nicholas Grimshaw & Partners'ın Waterloo Uluslararası Terminali için Pangolin isimli hayvandan den esinlenerek hazırladıkları tasarımıdır (Şekil 14). Terminaller, trenlerin girip çıkması nedeniyle hava basıncındaki ani değişimlere cevap verebilecek nitelikte olmalılardır. Yapıyı oluşturan cam panellerin sabitlenme parçaları, Pangolin'in esnek sırt kaplamasının davranışlarını taklit edecek şekilde tasarlanmıştır, böylece karşı karşıya kalınan hava basıncı değişikliklerine ayak uydurabilecek şekilde tepki gösterebilmektedirler (Bragança, 2007, s. 621).



Şekil 14- Grimshaw Mimarlık, Waterloo Terminal Çatısı Çizimleri (Grimshaw, 2019)

1.3.2 Davranış Düzeyinde Biyomimetik

Organizmalar ve insanlar benzeri sorunlarla karşılaşır ve çözüm yolları arar. Doğanın tüm detaylarında olduğu gibi organizmalar da sorunları yerel kaynaklarıyla çözüme eğilimindedirler. Doğru çözümlerin ve çözümü uygulamışların hayatta kalıp, hataların doğal seleksiyon ile elenmesiyle de en işleyen yöntemler elenir. (Reap, Bras, 2008 s.78-79)

Kaynaklarının doğrudan ya da dolaylı yollarla diğer türlere olan akışını kontrol eden biyotik¹⁵ veya abiyotik¹⁶ materyal ya da sistemlerin ve dolayısıyla da habitatların değişimine sebep olan organizmalar ‘ekosistem mühendisleri’ olarak adlandırılmaktadır. Ekosistem mühendisleri kendi varlıkları ve yöntemleriyle habitatlarını değiştirir. İnsan da bu bağlamda bir ekosistem mühendisidir. (Jones, Lawton, Shachak, 1994 s.373-386)

Kuzey Amerika Kunduzu¹⁷ çevresini değiştirerek nasıl sulak alanlar oluşturduğunu ve besin maddelerinin tutulması ile bitki ve hayvan çeşitliliğinin nasıl

¹⁵ **Biyotik**; Canlı organizmalara biyolojide verilen isim

<https://www.canlibilimi.com/ekosistemin-canli-bilesenleri-biyotik-faktorler/> Erişim 12 Aralık 2019

¹⁶ **Abiyotik**; Canlı olmayan organizmalara biyolojide verilen isim

<https://www.canlibilimi.com/ekosistemin-canli-bilesenleri-biyotik-faktorler/> Erişim 12 Aralık 2019

¹⁷ Castor Canadensis

arttığını, ekosistemin rahatsızlığa karşı nasıl daha dirençli olmasını sağladığını gösteren en net örneklerden biridir (Karakelle, 2017).

Davranış seviyesindeki mimikride, taklit edilen organizmanın kendisi değil davranışlarıdır. Bu bağlamda organizmalar ve türevleri arasındaki ilişkiyi taklit etmekte mümkündür. Davranış düzeyinde süreç ve fonksiyonel biyomimikrinin en iyi örneklerinden biri Melbourne / Avusturalya'daki Council House 2 (CH2) Binasıdır (Şekil 15). Bina kısmen istikrarlı bir iç ortam yaratmak için termit yuvalarında gözlemlenen pasif havalandırma ve sıcaklık düzenleme tekniklerinden ilhamla tasarlanmıştır (DesignInc). CH2 Binasının altındaki kanalizasyonlardan ve aynı zamanda temizlenen su, buharlaşmalı soğutma mekanizması olarak artezyen suyu olarak kullanılırken bazı termit türlerinin yaklaşımından ilham alınmıştır (City of Melbourne, 2019).



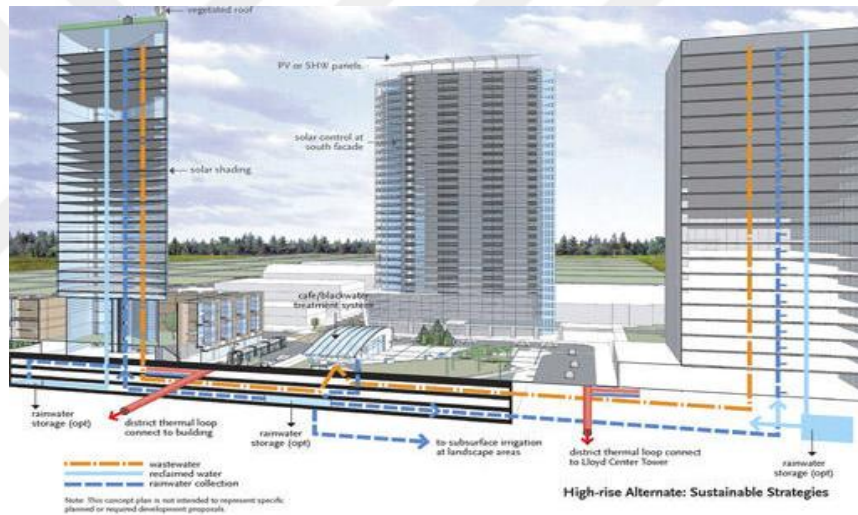
Şekil 15- Dinna Snape, CH2 Binası, Melbourne (Council House 2, 2019)

1.3.3 Ekosistem Düzeyinde Biyomimetik

Doğa yasalarının sosyal sislemlerin modellemesinde uygulanabileceği, doğa yasaları ve mantığı insan gereksinimlerine uyarlanabileceği fikrine dayanan Biyomimikri, ekosistem düzeyinde taklitte organizmalar yerine doğal süreç ve döngüleri taklit etmektedir. 1997 yılında J. Benyus'un söylediği gibi “Ekosistemleri taklit etmek biyomimikrinin ayrılmaz bir parçasıdır.” (Benyus, 1998 s.7) Biyomimikrinin bu düzeyini tanımlamak amacıyla Avusturalyalı yazar Alan Marshall tarafından “iktidar,

prestij ya da kârdan ziyade, ekosistemlerin ve kişilerin refahının amaçlandığı yerde biyomimikrinin sürdürülebilir formu” anlamıyla kullanılmıştır. (Marshall, 2007 s.1)

Süreç ve işlev seviyesinde ekosistem düzeyindeki mimikri için iyi örneklerden biri Portland, Oregon için Mithün Mimarlık ve Greenworks Mimarlığın tasarladığı Llyod Geçiş projesidir. Llyod Geçiş projesinde, kalkınma öncesi alanda bulunan ekosistemin yeni projenin ekolojik performansı için uzun periyotlarda nasıl etki edeceğini önceden geliştirme teknikleri (Pre-development Metrics) adını verdikleri bir sistem ile araştırmışlardır. (Envisioning District Sustainability, 2019)

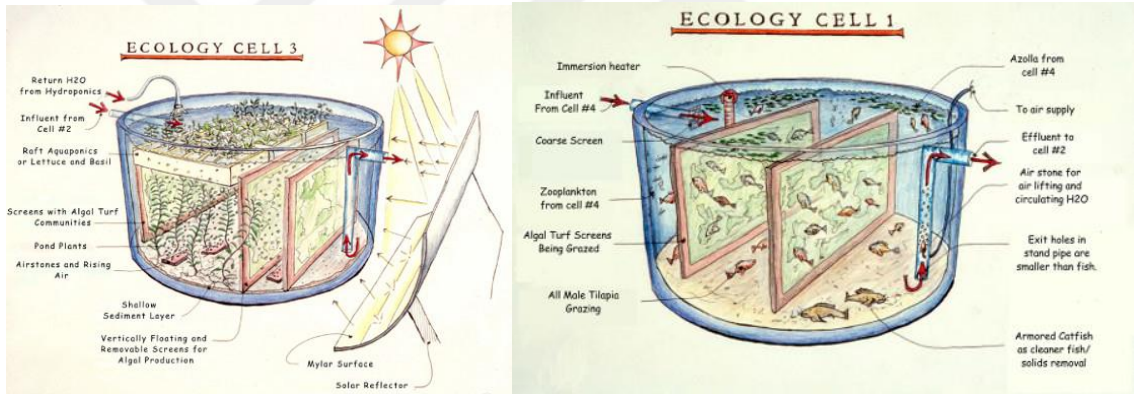


Şekil 16- Mithün - Greenworks Mimarlık, Llyod Geçiş Projesi (Lloyd Crossing Sustainable Design Plan, 2019)

Bu düzeydeki biyomimikrik tasarımın bir diğer avantajı organizma ve davranış seviyeleri ile birlikte kullanılabilmesidir. Diğer yandan mevcut inşaa yöntemlerine biyometrik, biyolojik destekli sistemler gibi insan ve insan içermeyen sistemler de karşılıklı yarar doğrultusunda bir araya getirilebilmektedir. Buna bir örnek olarak John ve Nancy Todd’un ekosistemlerdeki atık su arıtımının taklit edildiği ve sistemin bitkilerle entegre olduğu EcoMachines (EkoMakineler) verilebilir (Şekil 17). Proje açıklamasında Ocean Arks grubu, Eko Makineler’in endüstriyel ekoloji, ekosistemlerin tabiatla olduğu gibi kaynakları dahili olarak paylaşan ve değiş tokuş eden toplum genelinde simbiyotik

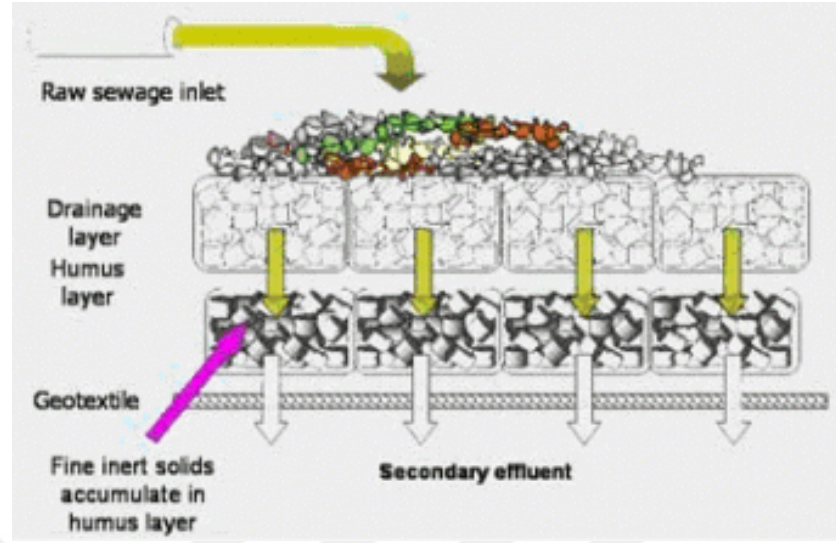
sistemler yarattığını ve geliştirdikleri sistemlerin de kendi içinde aralarındaki bağlantının etkisini arttıracak yeni birleşimler meydana getirdiklerinden bahsetmişlerdir (Ocean Arks International, 2019). Kâr amacı gütmeyen Ocean Arks International bünyesi altında John ve Nancy Todd ekosisteme olumlu geri dönüşler yapabilecek ürün ve makine fikirlerini niçin yaptıklarını web sitelerinde şu şekilde anlatmışlardır.

“Endüstriyel ekolojiler kaynak paylaşımı nedeniyle genel olarak yüksek verime sahip olabilir. Ayrıca, bir bileşenin atıkları başka bir bileşenin enerji, besin veya malzeme kaynağı olduğu için, kirlilik çoğunlukla tamamen olmasa da ortadan kaldırılabilir. Bir örnek, akıllı kaynak kullanımına bir çözüm olabilecek eko-endüstriyel parkların büyümesidir. Diğer bir örnek, Restoratörlerin suyu arıtmak ve aynı işlemin işlevleri olarak değerli ikincil ürünler sağlamak için kullanılmasıdır.” (Ocean Arks International, 2019)



Şekil 17- Ocean Arks International, Eco Makineler (Eco Machines, 2019)

Başka bir örnek olarak Dean Cameron tarafından Avustralya’da geliştirilen Biolytix® adlı sistem gri ve siyah suyun iyileştirilmesi için toprağa dayalı ayrışmayı taklit eder ve gerçek solucan ve toprak mikroplarını sürece dahil eder (Moody, 2012, s.305-308) (Şekil 18). Sistem kanalizasyon, atık su ve gıda atıklarını yüksek kaliteli sulama sularına dönüştüren kompakt bir atık arıtma sistemidir. Katı atıkları sudan temizler, sonra seçilen solucanlar, böcekler ve mikroskobik organizmalar, atığı bir filtre görevi görür. Kimyasallara ihtiyacı yoktur ve çevre için güvenli sulama suyu üretir (Ask Nature Team, 2016).



Şekil 18- Dean Cameron, Biolytix® (Ask Nature Team, 2016)

2.BÖLÜM
BİYOMİMETİĞİN BİLİM, TASARIM VE SANAT ALANLARINDAKİ
UYGULAMALARI

BÖLÜM 2:

BİYOMİMETİĞİN BİLİM, TASARIM VE SANAT ALANLARINDAKİ UYGULAMALARI

2.1 Biyomimetikğin Veri Elde Ettiği Bilim Dalları

Biyomimetik, multi disiplinler bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Bunun sebebi birçok başka bilim dalıyla sürekli ve mecburi bir iletişim halinde olmasıdır. Yakın temasta olduğu bazı bilim dallarının yanı sıra biyomimetik, biyoloji başta olmak üzere neredeyse tüm bilimlerle iç içedir ve iletişimleri tek taraflı değil, karşılıklı alışveriş halindedir. Birbirlerinin bilgi birikimi ve gelişimlerinden yararlanarak kendileri ve diğer bilim dallarına katkı sağlayarak çok disiplinli bir ağ üzerinde daimî iletişim kurarlar.

“Yakın geçmişi objektif olarak incelediğimizde – insan evrimi ve biyolojik evrim bağlamında iki yüz yıl oldukça yakın zamandır – bir gerçek açıklığa kavuşmaktadır: Endüstriyel Devrim sürdürülebilir değildir ve şu anda kullandığımız malzeme ve kaynakları kullanmaya devam edemeyiz. Peki yumuşak inişimizi nasıl sağlayacağız?” (Benyus, 1998, s. 238)

Biyomimetik çözümlemeleri kullanmanın ardında yatan üç temel motivasyon kaynağı bulunmaktadır. İlk sebep olarak, diyebiliriz ki biyomimikri yeni malzeme ve teknolojilerin oluşturulmasında bir inovasyon kaynağı olarak görülebilir. Teknik sorunlara yeni yaklaşımlar ve artan performans yetenekleri gibi yaklaşımlar olarak kategorize edilebilirler. Örneğin; ısı yalıtımı, yapısal renklendirme, kendi kendini iyileştirme, hidrofobiklik, aerodinamik kaldırma, yansıma önleme, duyuşal yardım mekanizmaları vb. biyomimetik verilerden faydalanarak yeni buluşlar üretilebilir. İkinci motivasyon yaşayan dünyayı anlamaya dayalı bir tasarım anlayışının yansıtılmaya ve uygulanmaya çalışılmasıdır. Biyofilik tasarım dünyanın çevresel, evrimsel ve ekolojik psikolojisinin insan psikolojisiyle birleştirilmesi durumudur. Biyofilik tasarım yaklaşımlarıyla insanların daha hızlı ve kolay iyileşebildiği, konsantrasyonlarının arttığı, daha az stresli oldukları ve refah duygularının daha gelişmiş olduğu bilinmektedir.

Üçüncü motivasyon ise daha sürdürülebilir materyaller, ürünler ve mühendislik çözümleri üretmek temellidir. Bu da sürdürülebilirlik olarak kategorilendirilebilir. Enerji dönüşüm ve üretim teknolojileri, malzeme bilimi ve geri dönüşüm sistemleri alanlarında somut olarak çıktılar elde edilmesi örnek olarak verilebilir (Zari, 2018, s. 30-32).

2.1.1 Biyomekanik

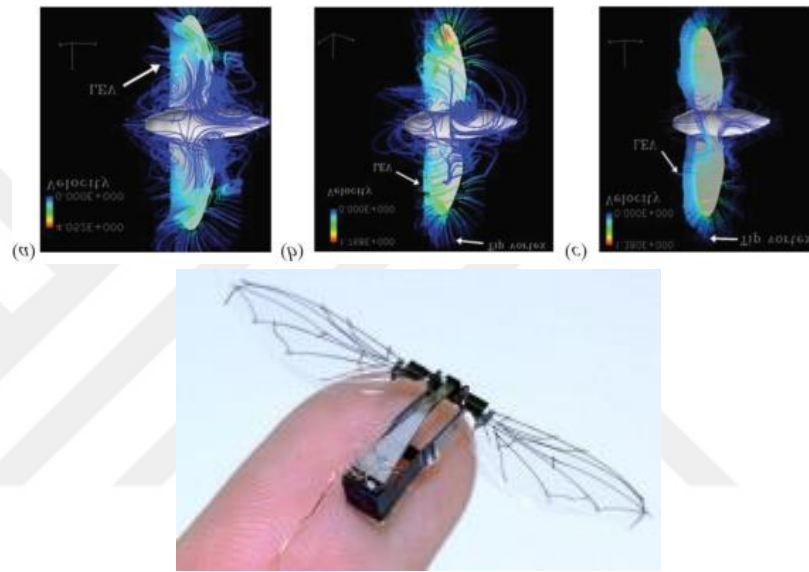
Biyo; yaşam, yaşayan organizma, mekanik; cisimlere ve mekanik sistemlere etkileyen kuvvetlerin ve etkilerinin analizi kelimelerinin birleşimiyle isimlendirilen biyomekanik en genel tanımıyla; makine ve fizik mühendisliği bilim ilkelerinin canlı sistemlere uygulanmasıdır (Özhan, 2019). İnsan dokularının özellikleri ve mekanik streslere dokuların tepkisi ne olacaktır sorusuna yanıt arar. 1994'te Viyana Üniversitesi Biyomekanik Bölümü Öğretim Üyelerinden olan Herbert Hatze tarafından en yalın haliyle şu şekilde tanımlanmıştır; “Biyo-mekanik, biyolojik sistemlerin biçim ve işlevlerinin mühendislik yöntemleri kullanılarak incelenmesidir (Goyal & Goyal, 2014, s. 8).

“...Biyomekaniğin, biyomimikriyle etkileşimine gösterilebilecek en iyi örnek böcek uçuş aerodinamiklerinin incelenerek kanatlı robotların üretilmesidir. Leonardo da Vinci, uçuş makinesi tasarlarırken yarasaların uçuş mekaniğini incelemiştir, fakat yarasanın detaylarını taklit edebilecek kadar gelişmiş malzemeler dönemde mümkün olmadığından başarısız olmuş ve yapmış olduğu modeller havalanamamıştır.” (Laurenza, 2005)

2007 yılında National Geographic Channel’de yayınlanan “Superbat” adlı belgeselinde Leonardo Da Vinci’nin not defterinden şu cümleleri alıntılanmıştır:

“...Bu canlının kanatları çok ince ve esnek. Kanat zarında özel kas lifleri var, sertliği kontrol ediyor. Kanadın büyük kısmı kontrol sağlıyor. Zar hava geçirmiyor. Eklemlerde manevra sağlayıcılar var. Kanat kemikleri çok ince. Su anda bu canlıyı aynı oranda taklit edemiyorum. Ancak gelecekte uçuş makinesi yapmak isteyen sanatçıların bu canlıyı dikkate almaları gerekmektedir.” (Channel, 2007)

Uçan böcekler örneği bağlamında; nörobiyoloji, kas-iskelet sistemi mekaniği ve kanat çırpma, aerodinamik ve stabilizasyon gibi konular üzerinde yapılacak araştırmalarla sabit kanatlı uçak tasarımlarının aksine, ayrı ayrı tasarlanmış aerodinamik türevler ve kontrol yasaları ile biyo ilhamlı uçuş sistemi, minyatür ölçekli robotların özellikleri ve yeteneklerine ışık tutacaktır (Şekil 19) (Shyy, Kang, Ravi, Liu, & Chirarattananon, 2016).



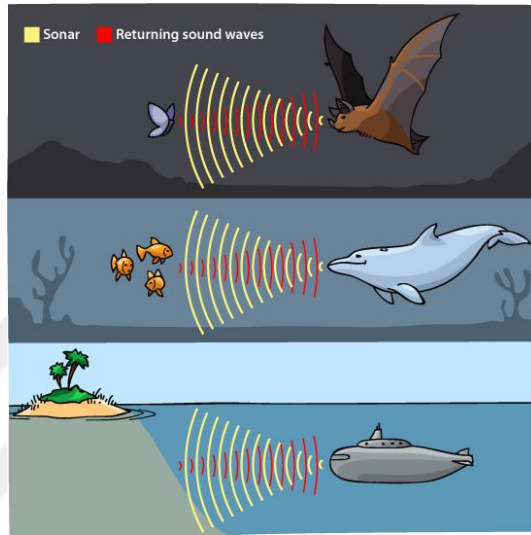
Şekil 19- Böcek Kanat Aerodinamiği ve RoboBee (Puiu, 2012)

1.2.2 Biyonik

Biyonik bilimin kurucularından sayılan Jack E. Steele'nin "Doğal sistemler için geçerli olan, onlara benzeyen yapay sistemler için de geçerlidir" (Wikipedia, 2019) sözünden anlaşılacağı üzere uygulamalı bir bilim dalı olan biyonik; teknik problemleri biyolojik işlevleri örnek alarak çözmeye çalışır (Türkçe Bilgi, 2019). Doğada bulunan mevcut metod ve sistemleri inceler, modern mühendislik sistem ve teknolojilerine adapte ederek kullanmayı amaçlar.

Ses dalgaları ile yön bulan hayvanların incelenerek biyomimikri ve biyonik bilimlerinin birbiri ile etkileşimi sonucunda sonar ve radar gibi teknolojilerde kullanımı

güçlü bir örnektir. Ağzından ver burnundan gönderdiği ses dalgalarını kullanarak ekolokasyon¹⁸ yapan canlılardan elde edilen veriler ışığında mevcutta bulunmuş teknolojilerin gelişimleri her gün devam etmektedir (Şekil 20).



Şekil 20- Ekolokasyon Yapan Canlılar (Puiu, 2013)

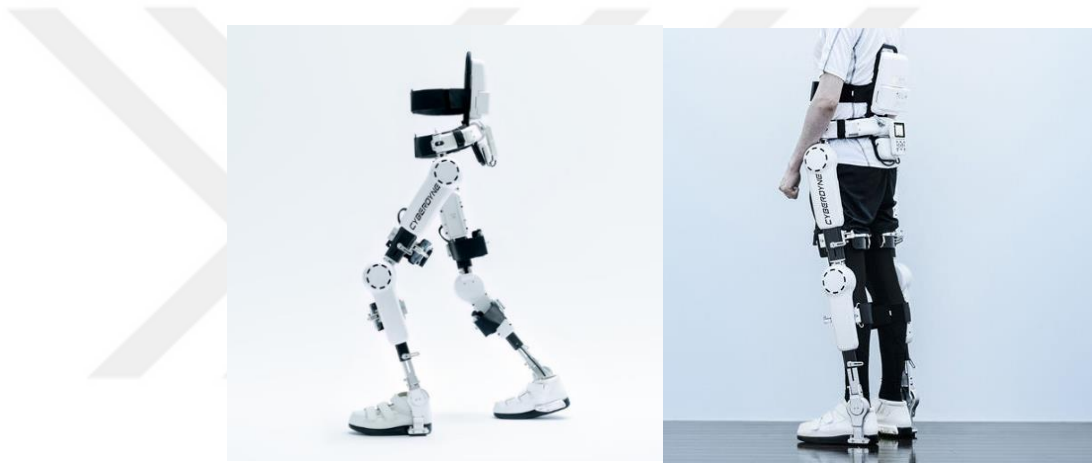
Bir başka örnek ise Cyberdyne adlı şirket tarafından insan gücüne katkıda bulunması ve koruması amaçlanarak geliştirilen eksoskeleton olarak sınıflandırılan giyilebilir robot HAL¹⁹'dir. HAL, kişinin bacağına arkasındaki elektrotlardan sinir sinyallerini alarak, nasıl yürümeye çalıştığını belirler. Bu sinyali analiz eder ve kişinin beyninin bacaklarına; nereye gitmesini söylemeye çalıştığını belirler (NTBox Magazin, 2019). Geliştirici firmanın tanımıyla;

“...HAL kullanıcının vücut fonksiyonlarının geliştiren, destekleyen ve destekleyen dünyanın ilk cyborg tipi robotudur. HAL giyilmesi ‘insan’, ‘makine’ ve ‘bilgi’nin bir bütün olmasını sağlar. HAL fiziksel engelleri olan kişilerin yürümelerine yardımcı olabilir ve kişinin normaldeki gücünü destekleyerek daha fazla motor kuvvet kullanmasını sağlar. HAL aynı zamanda beyin sinirlerinin motor öğrenmesini hızlandıran bir sistem olarak da kabul görmektedir.” (Şekil 21) (Cyberdyne, 2019)

¹⁸ **Ekolokasyon;** Nesnelerin uzaydaki konumunu belirlemek için ses dalgaları ve yankıların kullanılması. <https://askabiologist.asu.edu/ekolokasyon> Erişim 10 Aralık 2019

¹⁹ Hybrid Assistive Limb

Standart exoskeleton²⁰; önceden tanımlanmış bir yürüyüşe, sadece adım atarken yardımcı olur. HAL daha akıŖkandır; sadece bacakların beynin istediği noktaya ulaşmasına yardımcı olur (NTBox Magazin, 2019). Geliştirilmeye devam edilen HAL'ın hedef kitlesi sadece bel altı sorunları olanlar değil tüm vücut fonksiyon bozukluklarında ve hatta taşımacılık gibi medikal kullanım dışındaki alanlarda da kullanılması öngörülmektedir.



Şekil 21- Cyberdyne, HAL (Cyberdyne, 2019)

1.3.3 Biyoloji

Biyolojik bilimlerdeki bilgi akışının hızlanması ile birlikte doğayı daha doğru şekilde anlamak ve taklit etme kapasitemiz önemli ölçüde artmıştır, biyomimikrinin de literatüre geçerek dünyada git gide tanınması bu süreci destekleyerek önemli bir unsur haline gelmesini sağlamıştır.

²⁰ **Exoskeleton:** Güçlendirilmiş giyilebilir ve elektronik bir sistemle kontrol edilebilen makineler olarak tanımlanmaktadır. <https://robotikpedia.com/exoskeleton-nedir-exoskeleton-robotlar/> Erişim 10 Aralık 2019

“...Biyolojik bilgi insan tasarımını etkilediğinde, işbirlikçi tasarım süreci başlangıçta belirlenmiş insan tasarım problemlerinden ziyade, ilgili biyolojik veya ekolojik bilgiye sahip insanlara bağlıdır. Biyolojik bağlamdan çeviri kasıtlı veya kazayla olabilir...Kertenkele ayaklarının incelenmesi, insan uygulaması için kasıtlı bir biyoloji – biyomimetik çalışma örneğidir ve tekrar kullanılabilen, güçlü, kuru yapışkanlı bantlar oluşturmayı amaçlayan deneylerin önünü açmıştır. Bazı araştırmacılar da dikey yüzeylerde ve yüzeylerin alt kısımlarında yürüyebilmeyi sağlayan Van der Waals kuvvetini yaratan Gecko kertenkelesi ayak pedleri üzerindeki fiber strüktürü taklit etmeye çalışmıştır.” (Hesselberg, 2007, s. 615-614)



Şekil 22- Dulavrat Otu ve Velcro Bantı (Ekolojist, 2018)

En bilinen örneklerinden biri 1941 yılında İsviçreli Elektirik Mühendisi ve mucit George Mestral’ın köpeğiyle yaptığı bir doğa yürüyüşü sonrasında pantolon paçalarına ve köpeğinin tüyelerine yapışan dulavrat otu tohumlarını incelemesiyle icat ettiği velcro (cırt cırt) banttır (Şekil 22). Mestral tohumların yapısını inceledikten sonra benzeri yapı ve davranışları plastik üzerine uygulamasıyla beraber hayatın her alanında özellikle tekstil ürünlerinde kullanıla “Velcro bantları geliştirmiştir. Ürünün adı; fransızca kelimeler olan "velours" (döngü) ve "crochet" (kanca) kelimelerinin ilk hecelerinden oluşmuş olan Velcro 1959 yılında patentlenmiştir (Hooked on Innovation, 2019). Marka CEO’su Bob bantın Apollo 11’in uzay görevini tamamlamasında nasıl yardımcı olduğunu verdiği bir röportajda şu cümleleriyle hatırlatmış ve doğanın buluşlara ne kadar destek olduğunu altını çizmiştir; “Komuta modülü boyunca yaklaşık 3.300-inç kare Velcro

kanca ve halka vardı. Eldivenleri tuttu, ayakkabılarını tuttu, saati tuttu ve uzay giysisinin arkasında bulunan hava tankını tuttu” (Woodruff, 2019) .

Biyomimikri çok disiplinli bir bilim dalı olduğu için yalnız bilim ile değil aynı zamanda çeşitli sanat akımları ve yaklaşımları ile de yakından bağlantılıdır. Biyomimikrinin esas amacı doğanın sorunlara bulmuş olduğu çözümlemeleri anlamak ve onlar doğrultusunda sürdürülebilir çözümler bulmaktır. Bu çerçevede aslında yapılan eylem “tasarım” olarak değerlendirilebilir. Biyomimiktri “doğadan esinlenme, taklit etme” güdüsü ile hareket ettiği için özellikle biçimsel biyomimikri, doğrudan tasarım yaklaşımları ve sanat akımlarıyla ilintilidir.

2.2 Biyometetik Verilerden Yararlanan Tasarım Alanları

Doğadaki tasarımların yeni ilham kaynakları yaratarak insanoğlunun geliştirdiği tasarımlara yansması milyonlarca yıllık deneme yanılma sürecinin bir sonucudur. Biyolojik dünyanın ilham olarak sunduğu birçok vaka, Birinci bölümden itibaren örneklerle açıklanarak doğanın problem çözme konusundaki ustaca yaklaşımının tasarımcılara, bilim insanlarına nasıl yol gösterdiği üzerinde açıklanmıştır. Biyolojik sistemlerin ve prensiplerin işlevselliğinin modellenerek insanoğlunun yaşamındaki kullanım alanlarından biri olan tasarımda biyometetiğin etkileri bu bölümde incelenecektir.

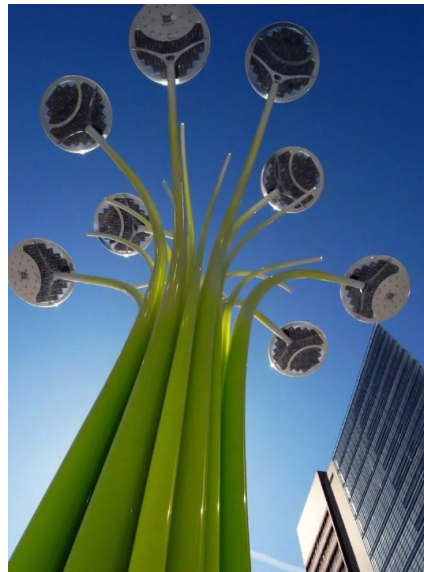
2.2.1 Biyolojik İlhamlı Tasarım

Biyolojik ilhamlı tasarım yeni mühendislik malzeme ve makinelerin tasarlanması ya da model olarak alınması üzerine biyolojik sistemlerin strüktür ve fonksiyonlarını incelemektedir. Biyolojik ilhamlı tasarım özellikle malzeme bilimciler tarafından kullanılmaktadır (Fiell & Fiell, 2006). Sistem ihtiyaçlarını, sosyal (insan), çevresel (dünya ve doğa) ve dağıtım (hayata geçirme) gibi çeşitli bağlamlar çerçevesinde inceleyerek, ihtiyaçlar ve lokasyon farklılıkları gibi değişkenler ışığında, bütünü düşünerek, insan odaklı, yaşamı destekleyici, doğanın bilgilerinden yararlanan ve çeşitli metot ve araçların kullanımıyla ihtiyaçlara karşı uygun, sorumlu ve hayata geçirilebilir sürdürülebilir çözümler sunar. Doğa ve tasarımın her daim etkileşimde olduğu bu konuya

Endüstriyel Tasarımcı Ross Lovegrove ‘un Solar Tree adlı tasarımı bu başlıkta örneklenebilir. Güneş enerjisinden yararlanarak aydınlatma yapan sokak aydınlatması tasarımı, şehirlere uygulanarak tıpkı güneşin dünyayı koşulsuz aydınlatması gibi, bedelsiz bir aydınlatma sağlaması planlanmıştır (Şekil 23). Heykel, güneş panelleri ve LED aydınlatma ünitelerini doğal formlarda modellenmiş bir kentsel mobilya parçası içinde birleştirmiştir. Her biri bir LED ile kapatılmış altı yaprak benzeri güneş paneline, dört büyük ışığa ve 10 adet yeşil sapa ve 20 adet gövdeden oluşmaktadır (Filippetti, 2012). Proje bu bağlamda biyomimetik bir yaklaşım olurken ağaç konsepti ve aydınlatmayı bir araya getirmesiyle de bu yaklaşım desteklenmiştir. Lovegrove ürünü tasarlarken fotosentez yapmak için yapraklarını güneşe açan ağaç formundan yararlanmıştır.

Ross Lovegrove’un kendi cümleleriyle eseri;

“...Solar Tree” ışıktan daha çok iletişim kurar. Herkesin yararına olmak üzere dışarıda güzelce yapılmış, karmaşık doğal formlar yerleştirmenin güvenliğini ifade ederler. Kentsel çevrelerin doyumuna doğayı getirirler ve iyimser olarak duyularımızı geleceğe doğru yükseltirler ve bizi çevreleyen tüm cisimlerin fizikselliğinin, ister istemesi gerekse aydınlanma ya da sadece endüstriyel sanattaki yeni formların kutlanması yoluyla kaçınılmaz bir şekilde değişeceği mimarlıktaki biyolojik formlar için yeni arayışı tamamlar.” (Filippetti, 2012)



Şekil 23- Ross Lovegrove, Solar Tree, 2012 (Filippetti, 2012)

2.2.2 Organik Tasarım

Organik tasarım, mimar ve tasarımcı Charles Rennie Mackintosh ve mimar ve eğitimci Frank Lloyd Wright'ın öncülüğünde ilk kez XIX. yüzyılda mimaride gözlenen bütünsel ve insancıl bir yaklaşımdır (Fiell & Fiell, 2006, s. 130-133). Organik tasarım kavramı, insan ve doğal dünya arasında bir uyum yaratarak mimariyi insan yapısı ve doğal dünya arasındaki kusursuz bir denge aracı olarak görmüşlerdir (Gruber, 2019). Yaygın bir biçimde mimaride görülen organik tasarım mobilya, sanat, endüstri ve tipografi gibi farklı tasarım alanlarında da gözlemlenir. Birçok tasarım ve sanat formu olarak kullanılan ve sanatın sentezi ya da her şeyi kapsayan sanat eseri anlamına gelen ve estetikte kullanılan bir terim olan Gesamtkunstwerk²¹, tasarım ya da sanat eserinde doğanın ruhunda bulunan parçaların bir bütünü oluşturacak şekilde tasarlanmasını amaçlar. (Fiell & Fiell, 2006, s.130-133). Bazı mimari yazarlar tarafından binanın iç ve dış tasarımının (mobilyadan peyzaja kadar) bütünlüğünü tanımlamak amacıyla kullanılan Gesamtkunstwerk terimi, organik tasarımın uygulanabilirliğini göstermesi açısından önemlidir. (Gruber, 2019)



Şekil 24- Frank Lloyd Wright, Falling Water, 1939 (Frank Lloyd Wright Foundation, 2019)

²¹ **Gesamtkunstwerk:** Tümel sanat yapısı.

<https://sanatsozlugum.blogspot.com/2013/07/gesamtkunstwerk.html> Erişim 20 Aralık 2019

Organik yaklaşım için önemli olan, nesneler ve mobilyalar gibi bireysel unsurların, iç mekân bağlamı ve bir bütün olarak bina ile görsel ve işlevsel olarak nasıl bağlandığını göz önünde bulundurmaktır. Ayrıca içmekânın, planın tamamıyla görsel ve işlevsel olarak nasıl bağlandığı ve binanın kendisiyle oranı, malzeme ve renk kullanımı bağlamında da etrafındaki çevre ile ilişkisinde organik tasarımda önem taşımaktadır. Organik tasarımda tasarımın çevreyle ve kendisi içerisindeki bağlantılılığının yanı sıra doğanın ruhunu taşıması temel nokta ise de organik mimarida organik form kullanımı oldukça nadirdir (Fiell & Fiell, 2006, s. 130-133). Sadece insanlar ve doğa arasındaki uyumu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda doğal formları ve materyalleri tasarıma dahil etmekle ilgilidir (Gruber, 2019).

“Genellikle hücre, ağ, iskelet veya kristal gibi doğal olarak oluşan yapıları taklit eder. Klasik ağır ağırlık taşıyan yapıların gerisinde kalır ve daha elastik ve özgür görünen yapılar benimser. Tekrarlayan yöntemler arasında akan çizgiler ve yumuşak şekiller, asimetrik yapı, plastik hacimler ve dinamik formlar bulunur.” (Daevas Design, 2016)

Organik tasarımın en büyük savunucularından biri olan Alvar Aalto, 1920’li yılların sonları ve 1930’ların başlarında insanlaştırılmış²² ve modern organik bir form dili oluşturmuştur. Yumuşak ve akışkan kıvrımlara sahip, devrim niteliğindeki bükülmüş kontrplak ve ahşap koltuğu Uluslararası Üslup (International Style)²³’ün katı geometrik biçimciliğine karşı gelmiştir (Fiell & Fiell, 2006, s. 130-133). Organik mimari yaklaşımda olduğu gibi, Aalto’nun endüstriyel tasarımları da bütüncül bir yaklaşımla tasarlanmıştır, ancak asıl kaygısı, mobilyaların kullanıcılarıyla arasındaki işlevsel, entellektüel ve duygusal bağlantıları gibi manevi üstünlükleri değildir (Şekil 25). Organik tasarım kısaca duysal ve duygusal açıdan ikna edici formla diliyle doğrudan ilkel doğal güzellik anlayışı ile iletişime geçer. Her ne kadar doğal malzemelerle ilişki içerisinde gibi görünüyorsa da amacı doğadaki soyut özü ifade etmek ve insanoğluna en yakın organik

²² Humanizing

²³ **International Style:** Modern mimarlığın 1920 – 1940 yılları arasındaki dönemidir. Her türlü bezeme ve süslemeden kaçınarak, tasarımda temel geometrik biçimleri kullanma ve beyaz rengin baskın olduğu tasarımlar ile tanımlanmaktadır. <https://sanatsozlugum.blogspot.com/2012/11/uluslararasi-uslup.html> Erişim 20 Aralık 2019

formları elde ederken fonksiyonel bağlantılarını da en üst düzeye çıkarmak için, ironik olsa da plastik kullanımının kendisine en uygun malzeme olduğunu söylemektedir (Fiell & Fiell, 2006, s. 130-133)



Şekil 25- Alvar Aalto, Model No.43, 1936 (Utopia Retro Modern, 2019)

2.2.3 Art Nouveau

XIX. yy'ın son çeyreğinde Sanayi Devrimi'nin de etkisiyle değişen toplumsal ve ekonomik değerler sanat hayatında da yeni arayışların ortaya çıkmasına neden olmuştur. 1890-1910 yılları arasında Avrupa ve Amerika'da gelişen Art Nouveau; Sanayi Devriminin el sanatlarını değersizleştirilmesine bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Mimarlıktan plastik sanatlarına kadar birçok alanda görülmeye başlayan Art Nouveau, biçim, doku, mekân ve renk gibi konularda doğada bulunan unsurların kombinasyonlarının süsleme unsurları olarak kullanılması olarak değerlendirilebilir (Britannica, 2019).

Farklı dillerde farklı isimlerle bilinen Art Nouveau, Almanca'da Jugendstil, İtalyancada Stile Liberty, Katalanca'da Modernisme, İngilizce'de Modern Stil olarak kullanılmıştır. Doğal formların, bitki ve çiçeklerin kıvrımlarından esinlenen Art Nouveau, güzel sanatlar ve geleneksel el sanatları arasındaki ayrımı ortadan kaldırmayı amaçlarken

eklektik yapısıyla grafikten cam sanatına, mimariden kuyumculuğa, mobilya sanatından tekstile adar farklı alanları etkilemiştir (Sembach, 2013 s.8-30).

Üç boyutlu formların organik ve lineer ritme uygun bir biçimde ele alındığı Art Nouveau'da organik bütünlük ön plana çıkar. Organik çizginin etkileyici bütünlüğüne dayanan çalışmalarıyla bilinen British Arts&Crafts hareketinin önemli isimlerinden Aubrey Beardsley'in estetiğini ve uygulamalarını sanatına dahil eden William Morris, ressam Paul Gauguin ve Henri de Toulouse-Lautrec, hareketin önemli isimlerindedir. Japon geleneksel baskıları ukiyo-e²⁴'nin doğdan alınan desen çalışmalarının temelini oluşturduğu hareket, kısa sürede Avrupa ve Amerika'da yaygınlaşmaya başladı (Britannica, 2019).

Art Nouveau'nun mimari alandaki ilk ifadelerinden ve en büyük örneklerinden biri olan Hotel Tassel, Belçikalı mimar Victor Horta tarafından tasarlanmıştır. Bu konut projesinde demir işleri hem yapısal hem de dekoratif amaçlı kullanılmış, yenilikçi bir şekilde yapıya dahil edilmiştir (Şekil 26) (The Art Story). Tasarımcının bina içerisinde kullandığı dönen dallarla ayrılan kök benzeri sütunları "Horta Hattı" terimini de literature kazandırmıştır.



Şekil 26- Victor Horta, Hotel Tassel, 1893 (Unesco, 2019)

²⁴ **Ukiyo-e**; Fani Dünya Resimleri olarak adlandırılan, Edo Dönemi'nde ortaya çıkan, şiir, edebiyat, tiyatro, natürmort, din gibi temaların kullanıldığı, çağdaş ve modern olmayı barındıran resim sanatı türüdür. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ukiyo-e> Erişim Tarihi 20 Aralık 2019

Kıvrımlı hatlar, uzun çizgiler ve uzatılmış floral formlar Art Nouveau’u tanımlayan formlardır ve akım geçmiş stillerden çok doğal formlardan esinlenmiştir (The Art Story). 1890’lı yıllarda doğal dünyaya dair yapılan araştırmalar biyolog ve doğa tarihçisi Charles Darwin’in Türlerin Kökeni (The Origin of Species) üzerine yazdığı tezler ve ressam, şair ve zoolog Ernst Haeckel’in botanik illüstrasyonları bu akımın oluşmasına zemin hazırlamış ve dönemin ilham kaynağı olmuştur (Fiell & Fiell, 2006, s. 24-27).



Şekil 27- Ernst Haeckel, Botanik İllustrasyonlar, 19. Yüzyıl (Art, 2019)

2.2.4 Streamline

Sanayi Devrimiyle birlikte gelişen endüstrinin getirdiği yeniklerin sonucunda gündelik yaşantı içerisinde girmeye başlayan sanat Arts and Crafts, Art Nouveau ve Art Deco gibi hareketleri ortaya çıkarmıştır. Art Nouveau sonrasında ortaya çıkan ve 1925 yılında Fransa’da düzenlenen Uluslararası Modern Dekoratif ve Endüstriyel Sanatlar Sergisi (Exposition Internationale Des Arts Decoratifs at Industries Moderns) ismini alan

Art Deco, tıpkı Art Nouveau gibi teksitilden, mimariye, grafik sanatlarından heykele kadar birçok alanda görülen bir üslup haline gelmiştir. (Mülayim, 2017 s.1009-1026)

Geometrik formlar, düz hatlar ya da ender bulunan pahalı malzemelerden yapılan, aerodinamik tasarıma ilham veren Streamline Moderne ise uzun ve yatay çizgilerle denizi ilham alan, sürtünmeyi ve hava yoluyla direnci azaltmayı amaçlayan yuvarlak ve pürüzsüzce tasalarlanan formlarıyla dikkat çekici bir üslup olmuştur (Fiell & Fiell, 2006, s. 171-172).

Aerodinamik formların oluşmasında etkili olan Streamline Moderne, endüstriyel tasarımda, demiryolu lokomotiflerinde, otomobil tasarımlarında, yüksek hızda hareket eden uçaklarda ve 1930’larda büyük bir moda haline gelen endüstriyel tasarımcıların ev eşyalarında kullandıkları stil olmuştur. Pürüzsüz, cilalı yüzeylere, yatay ve güçlü çizgilere dayanan sitl, aşî süslemelerden uzak yapısını mimari unsurlarda sıklıkla görebiliyoruz (Mülayim, 2017 s.1009-1026).



Şekil 28- Clements, Coulter’s Department Store, Los Angeles (Mülayim, 2017).

2.2.5 Biyomorfizm

Bilgisini doğadan edinen ve onun soyut özünü yakalamaya çalışan organik tasarımdan farklı olarak, biyomorfizm doğal dünyadan bulunan formları tamamen dekoratif amaçlarla kopyalar ve çoğunlukla bozar (Fiell & Fiell, 2006, s. 50).

Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan toplumsal buhran, sanatı da etkilemiş, psikolojiye ve fiziksel bilimlere duyulan ilgi artarak hem bilinçaltına hem de hücrel yapıdan bedeni oluşturan yaşam biçimlerine inen içsel bir yaklaşım kendini göstermeye başlamıştır. (The Art Story, 2019). Yaşamsal formlar ve özellikle botanik esintiler taşıyan tasarımlarda eğri dallar benzeri motifler, uzatılmış bitkisel formlar ve doğal unsurların birbiri içine erimesini tasvir eden formlar kullanılmıştır (Fiell & Fiell, 2006, s. 50).

Bedeni oluşturan ve yaşamın temeli olan görünmez işaret ve sembollerin kullanıldığı, sanat eserinin öğelerinin doğal olarak biyolojik formlara dayandırıldığı Biyomorfizm, özellikle Dada ve Sürrealizmin de etkileriyle sanatçılar tarafından sıklıkla kullanılmaya başlandı. Bilinç akışı ve bilinçaltının otomatik olarak sanata aktarılmasını savunan Sürrealistler, kullandıkları malzemelerin yüzeyindeki dokuları, biçimleri kullanarak sezgisel olana ulaşma çabaları Biyomorfizmin etkili bir üslup olarak kullanılmasına neden oldu. Biyomorfik görüntülerde hem hafifçe tanımlanabilir yapı aynı zamanda tanımlanamayan ama sezilen bir yapıya dönüşerek soyutlanmış bir gerçeklik yaratır (The Art Story, Tarihsiz).

Biyomorfizm terimi ilk olarak 1936 yılında Sanat tarihçisi ve Moma'nın ünlü küratörü Alfred Barr'ın Kübizm ve Soyut Sanat Sergisi (Cubism and Abstract Art)'nde kullandığı biyomorfik heykel tanımlamasıyla kullanıldı (The Art Story, 2019). Sezgisel, duygusal, organik ve kendiliğinden olarak tanımladığı Biyomorfik heykel uygulamalarıyla tanınan ve hammaddeyle olan etkileşimi vurgulayan heykeltıraş Constantin Brancuşi, heykellerinde renk ve dokuyu kullanarak biyomorfik görüntüler elde etmiştir. Aynı şekilde Hans Arp, Rene Magritte, Salvador Dali gibi sanatçılarda Sigmund Freud ve Carl Jung gibi psikanalistlerin araştırdığı insanlığın arketiplerinin

doğduğu kolektif bilincin biyomorfik görüntülerde yattığını düşünmüştü (The Art Story, 2019).

Organik soyutlamalar yaratmak amacıyla, bilinen ve belirsiz arasındaki ilişkiye odaklanan Biyomorfik görüntüler elde etmek için bir kâğıdın üzerine konan nesneye baskı oluşturularak izinin çıkması sağlanır daha sonra da çıkan ize kömür tozu uygulanarak soyut görüntüler ortaya çıkartılırdı. Sürrealizmin otomatik yazı olarak değerlendirdiği ve sanatçının bilinçaltının ortaya çıkmasına imkân veren bu yöntem, Andre Breton'un gerçeküstü nesnesine dönüşmüştür. Klasik güzellik anlayışından farklı olan bu estetik anlayış canlı ve cansızın birleşmesinden oluşan sarsıcı bir estetik anlayışı temsil ediyordu (Hopkins, 2006 s.98)

Bu tür fiziksel eylemlerin dışında biyolojik ve fiziksel süreçlerinde biyomorfizmde etkili olduğu görülür. Resam, zoolog ve doktor olan Ernst Haeckel'in Doğadaki sanat formlarını incelediği çalışmaları, ressam Wolfgang Paalen'in biyolojik, jeolojik, evrimsel ve fiziksel kozmonolojiye ait resimleri ve 1941 yılından itibaren elektron mikroskobunun ticari olarak temin edilebilir hale gelmesi hücrel formların araştırılmasına ve geniş bir izleyici kitlesine ulaşmasında etkili oldu.

II.Dünya savaşının çıkmasıyla birlikte Alman işgalinden kaçan sanatçıların New York'a kaçması sanat dünyasında bir parçalanmaya yol açtı ve sanatın merkezi New York'a kaydı. Marcel Duchamp, Max Ernst, Andre Breton ve Salvador Dali'nin New York'a gitmesiyle birlikte Sürrealistlerin Modern Amerikan Sanatına olan etkisi arttı ve Amerikalı genç sanatçılar Sürrealistlerin eserlerini görme şansına ulaştılar. Arshile Gorky, Isamu Noguchi, Roberto Matta ve Louise Bourgeois gibi sanatçılar Biyomorfik formlarda yaptıkları çalışmalarıyla ikinci bir dalga yarattılar. Robert Motherwell, Jackson Pollock, William Baziotes v gibi Soyut Dışavurumcu sanatçılarda otomatik el hareketleriyle bi otomatizmi yeniden deneyimledir (The Art Story, 2019).

Dönemin sanatçılarından Charles ve Ray Eames ve onların izindeki tasarımcılar organik bir tasarım dili geliştirmişlerdir. Bu ürünlerin formları, örneğin 1945 tasarımı LCW Chair, başta ergonomi olmak üzere insancıl faktörleri ön plana çıkarmıştır. 1990'lı

yıllarda yeniden ortaya çıkan biomorfizm özellikle otomotiv sektöründe gözlemlenmiştir (Fiell & Fiell, 2006, s. 50).



Şekil 29- Charles- Ray Eames, LCW Chair, 1948 (Cohn & Jersey, 2011)

2.2.6 Zoomorfizm

Yunanca hayvan anlamına gelen zoon ve şekil ya da form anlamına gelen morphe kelimelerinden türetilmiş zoomorfizm, hayvan özelliklerinin insanlara atfedilmesi olarak açıklanabilir. Zoomorfizmde öncelikle hayvanların ne tür zihinsel yapıları sahip oldukları anlaşılabilir bu zihinsel yapılar insanlara bağlanır. (Nanay, 2017, s.2)

Eski din ve kültürlerde sıklıkla karşımıza çıkan Zoomorfizm, değişim, dönüşüm sürecini içeren morphe kelimesi nedeniyle sıklıkla hayvana dönüşen insanlar ya da birden fazla hayvanın özelliklerinin bir araya geldiği fantastik figürlerle karşımıza çıkar. Hayvan özelliklerinin insana atfedilmesi olarak görülsede aslında dönüşümü de simgelemesi antik kültürler için önemli bir sembolizme neden oldu. Özellikle Antik Yunan kültüründe Zeus'un kadınları elde etmek için kuğu ya da boğa kılığına girmesi, hayvan özelliklerinin tanrılara atfedilmesi tasarımına uygun bir örnektir. Hem insan hem de hayvansal özellikleri barındırması Antropomorfizmle karıştırılmasına neden olsa da aslında her

ikisinin bir kombinasyonudur. Hayvan ve hayvan davranışlarını insan davranışlarına göre açıklama eğiliminde olan Antropomorfizmden daha kapsamlı bir yapı olan zoomorfizm, insan davranışlarını hayvan davranışlarıyla görme eğilimidir. (Nanay, 2017, s.2)

Mimari alandaki en iyi temsillerinden biri tasarımını Eero Saarinen'in yapmış olduğu Wisconsin'de bulunan Milwaukee Sanat Müzesidir. Daha sonra Santiago Calatrava'nın yapıya kuş kanadından esinlenilmiş güneş kırıcı paneller eklemesi ve bu panellerin hava şartlarına göre açılıp kapanabilmesi zoomorfik özelliklerini arttırmıştır (Şekil 30).



Şekil 30- Eero Saarinen, Santiago Calatrava (2001), Milwaukee Sanat Müzesi (Arkiplus,2019)

2.2.7 Antropomorfizm

Antropomorfizm insan özelliklerinin, duygularının ve eğilimlerinin insan dışı varlıklara atfedilmesidir ve insan psikolojisine göre içgüdüsel olarak doğuştan gelen bir eğilim olduğu düşünülür (Ömeroğlu, Sürenkök, 2019).

Antropomorfizm'in örneklerinin oldukça eski dönemlere dayanan kökleri bulunmaktadır, hikâye anlatımı ve çeşitli şekillerde sanatsal araçlar gibi antropomorfik

özellikler taşıyan davranışlar çoğu kültürde yer edinmiştir. Örneğin fabl²⁵larda insan duygu ve davranış özellikleri evcil ya da vahşi hayvanlara giydirilmiştir. Günümüze baktığımızda ise XXI.yüzyıl itibarıyla duygu ve hareketleri programlanan, konuşan, sözde nefes alan, cevap veren, öğrenen ve şeklen tamamen insan benzeri androidler geliştirilmektedir.

2.3 Biyomimetik ve Sanat Etkileşimi

Doğada bulunan modellerin incelenerek ve doğadaki tasarımlardan hareketle taklit yoluyla insanların problemlerini çözmeye yönelik fikirler üreten biyomimetik, teknoloji, endüstri, ulaşım, askeri araştırmalar, nanoteknoloji gibi farklı alanlarda insanların ilerlemesine yardımcı olduğu gibi ayrıca sanatta da etkili bir uygulama biçimine dönüşmüştür. Biyomimetik, doğadaki canlı veya cansız formları, sistemleri inceleyerek çalışma prensiplerini ortaya çıkartması, yeni fikirlerin de ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Sanatı, doğaya öykünme olarak nitelendiren antik uygarlıklardan itibaren doğadaki tüm canlı ya da cansız varlıkların sanatçılar için bir forma dönüşmesi, özellikle Sanayi Devrimi ile başlayan Modernizmle birlikte gelişen teknoloji ve bilimle sanatçılar tarafından farklı malzeme biçimleri ve tekniklerinin denenmesini hızlandırmıştır.

Doğanın bir parçası olan insanın doğa ile olan ilişkisini, Postmodern felsefenin önemli düşünürlerinden Zigmunt Bauman şu şekilde açıklamıştır;

“...Kendinin farkındalığı, akıl ve imgelem, hayvan varoluşunun özelliğini yansıtan “uyum”a zarar vermiştir. Bunların ortaya çıkması, insanı anormalliğe, evrendeki garip duruma sürüklemiştir. İnsan doğanın bir parçasıdır; onun fizik kurallarına bağımlıdır ve bu kuralları değiştiremez ama yine de doğayı aşar, doğanın bir parçası olmasına karşın ondan ayrı düşmüştür; yurtsuzdur, ama öte yandan bütün öteki yaratıklarla paylaştığı bu yurda zincirlerle bağlıdır.” (Bauman, 2000 s. 55)

İnsanoğlunun tarihi kadar eski olan insan doğa ilişkisi, geçmişten günümüze kadar tüm medeniyetleri şekillendirdiği gibi sanatında kaynağı haline gelmesine neden

²⁵ **Fabl**; Sonunda ders verme amacı güden, genellikle manzum öykülerdir. Fablların kahramanları genellikle hayvanlardır. Ama bu hayvanlar insanlar gibi düşünür, konuşur ve tıpkı insanlar gibi davranır. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Fabl> Erişim 10 Aralık 2019

oldu. Mağara resimlerinden Mezapotamya'daki uygarlıkların gelişmesinde etkili olan doğa insan ilişkisinin sanata yansması, Antik Yunan uygarlığı ile birlikte ortaya çıkan doğa felsefesiyle birlikte felsefik bir boyuta taşınarak tartışmaya açılmıştır.

2.3.1 Rönesans ve Aydınlanmada Biyomimetik Yaklaşım

XIV. yüzyılda İtalya'da başlayan, asıl ivmesini XV. yüzyılda göstermiş ve XVI. ve XVII. yüzyıllın sonlarında Avrupa'nın kalanına yayılmış, düşünce, sanat ve edebiyat alanındaki değişimlerin yaşandığı, kültürel yeniden doğuş dönemi Rönesans olarak adlandırılır (Çıvgın, 2011 s.15-25). Avrupa'da uzun zamandır süren kültürel gerileme ve durgunluk döneminden sonra klasik öğrenim ve bilgeliğin canlanması ile öne çıkan Rönesans, yeni bilimsel yasalar, sanat ve mimarlık biçimleri, yeni dini ve siyasal fikirler ve yeni topraklar gibi birçok alanda keşifleri barındıran bir dönem olmuştur. Bu keşiflerin yapılması aynı zamanda doğaya bakışında değişmesinde etkili olmuştur. Gerçekliğin temsilinde önemli aşamalardan biri olan perspektif gelişimi, en yüksek seviyesine Rönesans döneminde ulaşmıştır.

Sanatın temel ilkelerine hâkim olmak için doğanın sanattaki işlevini araştıran Rönesans dönemi sanatçıları, insanlarda, hayvanlarda ve bitkilerdeki yaşamın iz düşümlerini eserlerine yansıtırken Antik Yunan filozoflarının doğayı ele alış biçimlerinden de etkilendiler ve doğayı duyularla erişilebilen bir gerçeklik olarak ele aldılar. Doğanın taklit edilmesi, çoğunlukla yaratılmış doğanın taklidi olarak ele alınsa da doğayı yeniden yaratma anlayışını da içinde barındırdığı görülür. Spinoza'nın Natura Naturans (Yaratıcı Doğa) ve Natura Naturata (Yaratılmış Doğa) düşüncesine dayanan bu bakış açısı, Tanrı'nın düşünce ve madde olarak ele alınış biçimlerini yansıtır (Witcombe, 1963 s. 266-283). Bu düşüncenin yansması Leonardo da Vinci'nin organik doğa anlayışını yansıttığı eserlerinde karşımıza çıkar. Leonardo'nun doğa bilgisi sadece doğrudan doğadan ya da yaşamdan duygusundan değil, yüksek derecede doğa gözleminden çıkartılan veya onunla koordine edilen matematiksel ilkelere

dayanmaktadır. Doğa, yaşamını ve gelişimini yöneten zorunluluk ilkelerinden oluşur ve yerleşik yasalarda olduğu gibi akılla yönetilir. Bu düşünceden hareketle doğa hem görsel deneyimin gerçekliğini temsil ederken hem de çeşitli prensiplerden oluşan, kozmik bir sistem olarak araştırılmaya açık bir alan olarak değerlendirilir (Witcombe, 1963 s. 266-283).

Leonardo da Vinci'nin eserlerinde olduğu gibi mükemmel bir form ve orantı olarak karşımıza çıkan Rönesans doğa anlayışı, antik dönem filozoflarının doğa anlayışıyla benzerlik gösterse de doğanın en temel yapı taşlarını oluşturan nedenlerle birlikte ele alınarak saf haliyle analiz edilmiştir. Klasik kültürde olduğu gibi doğanın mükemmel taklidini yansıtan heykeller, en yüksek ve en gerçek naturalizmi yansıtırken, Rönesanslı sanatçılar bu biçimin temsil edilebilmesi için formüle ettiler. Doğanın temel alındığı antik felsefeye dayanan Rönesans düşüncesi, doğanın çalışma prensiplerini analiz etmek için farklı disiplinlerden yararlandı. Antik kültürle birlikte Orta Çağ 'dan gelen düşünce yapılarının astroloji, astromoni, fizyonomi ve simya gibi bilimsel disiplinlerle bir araya getiren Rönesans düşüncesi, doğanın çalışma prensipleri için taklit unsurunu en üst düzeye çıkartmayı amaçladı (Soldato, 2015). Özellikle Platon ve Aristoteles'in Mimesi kavramı üzerinden ele alınan Hümanizm'in sonucunda toplumun merkezi Tanrı'dan insana doğru kaydı ve skolastik düşünce yapısından pozitif bilimlerin önünü açan akıl odaklı bir yaklaşım kendini gösterdi. Rönesans dönemindeki doğa felsefesinin dönüşümü, Sanayi Devrimi'ni hızlandıracak buluşların ortaya çıkmasında, matbaa aracılığıyla bilginin yaygınlaştırılmasında etkili olmuştur.

Antik kültüre derin bir bağlılık, insanı konu edinen yeni bilimlere duyulan yakınlıkla birlikte insanı merkeze yerleştiren bir dünya görüşü olarak Hümanizm, insan zihni üzerinde doğaüstü baskıların ortadan kalkarak tüm yetenekleri, endişeleri ve sorunlarıyla insanı merkezine alan bir düşünce yapısı olarak karşımıza çıkar (Audi, 1997 s.397). Hümanizmin sanat ve edebiyatta Platon ve Aristoteles'in tartıştıkları mimesis kavramı üzerinden ele alındığı görülmektedir. Mimesis, genel anlamıyla doğa ve insan davranışının sanatta ve edebiyattaki taklide dayanan temsidir. Antik Yunanca'da Mimesis, taklit, temsil ve benzeme eylemi olarak kullanılırken benliğin sunumu olarakta kullanılarak felsefik bir içerik olarak da karşımıza çıkar (Gebauer, Wulf, 1992 s. 1). Antik

dünyada sanatın yaratılışını yöneten ve özellikle fiziksel dünyanın, hakikatin ve güzelliğin bir modeli olarak kullanılan mimesisi Aristoteles ve Platon tarafından ele alınmış, Mimesis'i sanatsal yaratma eyleminin bir aracı, doğa aracılığıyla gerçekliğin yeniden sunumunu olduğunu bunun da sanat aracılığıyla yapılarak yeniden bir gerçekliğin ele alınmasının bir yöntemi olduğunu belirtmişlerdir (Gertik, 2012, s. 9).

Mimesis'i mükemmeliğin ve doğanın taklidi olarak tanımlayan Aristoteles, sanatın rolünün sadece doğayı taklit etmek olmadığını aynı zamanda mükemmel, zamansız ve zıtlık halindeki varlık arayışının matematiksel fikirlerin ve simetrinin buluşmasıyla öne çıktığını savunur. Poetika isimli eserinde Mimesis konusundaki görüşlerini aklatan Aristoteles'e göre taklit etmek, insanın özünde olan, gerçeği ararken aynı zamanda temsil eden bir yaratma dürtüsünü ortaya çıkarmaktadır (Aristoteles, 2017 s. 22). Şiir sanatı özelinde sanatın doğasını tanımlayan Aristoteles, şiirin doğasını mimesise dayandırırken, insanın mimetik etkinliklerle uğraşmaya meğilli olduğunu ve mimetik nesnelerden haz aldığını belirtir. Bu durum insanlar için taklit ya da öykünmenin doğal bir olgu olduğunun göstergesidir (Mutlu, 2017 s. 134).

Aristoteles için Mimesis, komedi, tragedya, müzik ya da şiir gibi farklı sanat alanlarında ortaya çıkabileceği, taklit eden sanatçılar tarafından da ortaya çıkan eylemlerin duygulara hitap ederek iyi ya da kötü taklit olarak değerlendirilebileceği ortaya atılmıştır. Dramatik rollerle insanların acıma, empati kurma, korkma gibi duyularına hitap eden mimetik temsiller ortaya koyan sanatçılar, eylemin mimetik yansıması haline gelmektedir (Mutlu, 2017 s. 135). Aristoteles'e göre, ilk bakışta dünyanın taklidi, sıradan özelliklerinin belirli abartılı eylemlerle stilize edilmesi eylemi, taklit unsurunun ne kadar iyi ya da ne kadar kötü yapılmasıyla gerçekliğin derecesini etkiler. Bu durumda taklidin başarısı, aynı zamanda ne kadar sahte olduğunun bir göstergesi haline gelir (Golden, 1969 s. 145).

Platon'un etik, estetik ve ontolojik olarak ele aldığı güzel ideası ise, duysal güzelden mutlak güzele yapılan düşünsel bir anlayışı geliştirdiği gibi, Mimesis Kuramının formel estetiğe geçişinde etkili olmuştur. Güzel kavramı üzerinden hareket eden Platon, duysal güzelden metafizik güzele evrilen yapısında Mimesis Kavramını

doğrudan göremesekte epistemolojik olarak güzeli bir gerçeklik kategorisi olarak tanımlar ve kavramsal gerçekliğin dünyada anlaşılabilir olmasının yolu olarak değerlendirir (Tunalı, 1993 s.132).

Doğadaki herhangi bir nesnenin formunun simetriye, orana ve ölçüye bağlı olduğunu, sanatçının da zaten varolan kopyaları temele alıp yeni kopyalar üretmesi nedeniyle ölçü ve oranlarda kaynaklar olduğunu belirten Platon, güzel formunun daha da kusurlu olduğunu düşünmektedir (Akşın, Cılız, 2016 s.204). Mimesis Kavramını açıklamak için Devlet isimli çalışmasında örneklediği Sedir örneği önemlidir. Tanrının yaptığı sedir, dülgerin yaptığı sedir ve ressamın yaptığı sedir olarak örneklediği alegoride, taklidin taklidinin yapılması gerçekliğin temsilindeki yaklaşımları sergiler (Platon, 2014, s. 597-598).

Mimesis kavramını Rönesans döneminden bu yana değerlendirip sanat ve biyomimetik ilişki üzerine düşünüldüğünde doğanın gözlenmesi, sanatçının biçim bilgisini geliştirir, sanatçıyı yeni tutarak yalnız kuramlarla çalışmaktan alıkoyar, esinlenme gücünü besler (Genç, 2013, s. 1) Biyomimetik Bilim doğadan biyolojik açıdan yararlanırken, Mimesis Kuramı ile sanatçının doğa ile ilişkisi tartışılmıştır. Demiurgos yani Platon'un deyimiyle en değerli uygulamanın kutsal uygulayan tarafından yapılması, tüm kâinatı ve kapsadığı ideaların "taklidi" olarak oluşturur. Biyomimikri'deki yansıması ise çok farklı değildir, kutsal uygulayıcılar artık bilim insanları, tasarımcılar ve sanatçılar olmuştur. Doğadan aldıkları ilham ya da taklit ile sanat eserleri, tasarım uygulamaları ve bilimsel buluşlar ortaya çıkarmaktadırlar. Platon ve Aristoteles'ten bu yana, sanat geleneksel olarak doğanın veya gerçeğin taklidi anlamında görülmüştür.

Bu düşünce tarzının modern bir örneği Alman filolog ve eleştirmen Eric Auerbach'ın Mimesis'idir. -... Bu gelenek tipik olarak taklitçiliği temsili, yani bir tür estetik tasviri veya gerçeğin tanımı olarak yorumlamıştır. Bu geleneksel taklitçilik ilişkisinin temsili ile ilgili sorunlu niteliği René Girard tarafından vurgulanmıştır: (Dicks, 2016, s. 7)

“Çağdaşlarımızın taklit etme konusundaki kayıtsızlığı ve güvensizliği, son tahlilde Plato'ya giden bir geleneğe dayanan onu gebe bırakmalarına

dayanıyor. Zaten Plato ile birlikte, imitasyonun temel bir boyutu kesilmişti. Platon taklitten bahsettiğinde, bunu daha sonra Batı düşüncesini öngören ve öngören bir şekilde yapar. Önerdiği örnekler yalnızca belirli davranış biçimlerine, görgü kurallarına, bireysel ve ortak alışkanlıklara, konuşma davranışlarına, konuşma biçimlerine dayanır ve bunlar daima temsildir.” (Dicks, 2016, s. 8)

Rönesans'ta sanat üzerine konular hakkında Hümanizm'e geri dönülecek olursa Hristiyanlık teması bu dönemin sanatındaki varlığını korurken daha dünyevi ve beşerî yönlerine eğilim gösterilmiştir. Hümanist sanat, insanı konu edinirken yine bu düşünce bağlamında insanın bazı zaafırlara sahip olduğu görüşü hakimdir ve belirli eğitimler sonrasında insan zaafırlarına üstün gelebilir. Sanat ve edebiyat, insanı cennetin kusursuzluğuna kavuşturmakla yükümlüdür. Hümanizm Antik Yunan ve Roma kültürlerinin sanat anlayışlarına olan dönüşüyle onları ideal kabul eder, onların dil ve üsluplarını taklit etmiştir. Bu dönemdeki sanatkarların büyük çoğunluğu kralların, derebeyleri ya da din adamlarının hizmetkarlarıdır, bu bağlamda denilebilir ki sanat seçilmişlerin zevkleriyle şekillenmekteydi. Halktan uzak diliyle sanatın dili ve üslubu aristokrat bir kimliğe sahiptir (TDH, 2018).

Rönesans sanatında hacim, ışık-gölge ve perspektif ön plana çıkan değişimlerdir. Çalışmalara üç boyutlu derinlik kazandırmak için sanatçılar lineer (doğrusal) perspektif, ufuk çizgisi ve ufuk noktası üzerine yeni çalışmalar geliştirmiştir. Mimar Brunelleschi, lineer perspektifi, Leonardo da Vinci ve Michelangelo'nun insan anatomisini daha iyi yakalamak için cesetleri parçalara ayırdı, Raphael ışık ve boyutla oynadı ve Titian ve Tintoretto, canlılık ve duygu ifade etmek için çalışmalarını yoğun bir renkle boğdu (Crawford, 2019).

Rönesans resminde konuların odağında insan vardır ve motiflerde stilizasyondan olabildiğince uzaklaşmış, ideal form üzerine çalışmalar yapılmıştır ve yeni teknikler geliştirilmiştir. Boyama tekniklerine yansıyan ve doğanın gözlemlenmesi sonucunda ortaya çıkan yeni teknikler Rönesans'ta biyomimetikğin uygulanış şeklini incelemek

açısından önemlidir. Örneğin Leonardo da Vinci sfumato²⁶ tekniğini geliştirerek eserlerindeki perspektif ve boyut algısını arttırmıştır. Pigmentlerin karışımında tempera²⁷ yöntemi yerine yağın kullanımının başlamasıyla daha parlak ve diğer tekniğe nazaran daha yavaş kuruyan yapıda oldukları için müdehalelere izin veren boyalar hazırlanmaya başlanmıştır. Chiaroscuro²⁸ tekniği ile iki boyutlu olan resimlere ışık ve karanlık oyunları ile boyut kazandırılmıştır.

Rönesans ile birlikte İtalya’da üç sanat okulu ortaya çıkmıştır. Ağırlıklı olarak manzara temalı resimler yapan Venedik Okulu, insan ve anatomi temalı çalışmalar yapan Floransa Okulu ve dini temalar üzerine çalışmalar yapan Roma Okulu (The Art Story, 2019). Tarihçiler Rönesans’ı iki ayrı periyotta ele alır Erken Rönesans ve Yüksek Rönesans. Erken Rönesans 1400-1479 yılları arasında tarihlenmekte olup simetri üzerine odaklanarak ideal formu yakalamaya çalışan klasik sanatçıların taklidi yapılarak üretilen eserler dönemidir. Filippo Brunelleschi, Masaccio ve Donatello dönemin öncü sanatçılarıdır. Yüksek Rönesans periyodu ise 1475-1525 yılları olarak tanımlanmakta olup perspektif ve alan üzerine verilen önemle eserlerdeki gerçekçilik algısı arttırılmıştır. Leonardo da Vinci, Michelangelo ve Rafael dönemin öncü sanatçılarındandır. Rafael’in Vatikan Apostol Sarayında bulunan School of Athens (Atina Okulu) (Şekil 31) freski dönemin en ünlü eserlerinden sayılmakla birlikte Rönesans dönemi boyunca oldukça önemli bir yere sahip Altın Oran kullanımının da en iyi örneklerinden sayılmaktadır (Meisner, 2014).

²⁶ **Sfumato**; İtalyanca duman anlamına gelen fuma sözcüğünden türetilen kelime, tonların birbiri içinde etirilmesiyle elde edilen yumuşak etkiyi arttıran bir boyama tekniğidir. İlk kez Leonardo da Vinci tarafından kullanılan yöntem, aydınlık alanlardan karanlık alanlara geçişte kullanılır. <http://www.tamsanat.net/yayinlar/sozluk.php?sozcuk=456> Erişim Tarihi 12 Aralık 2019

²⁷ **Tempera**; suda çözünen bir bağlayıcı madde ile karıştırılan renkli pigmentlerin, genellikle yumurta sarısı gibi yapışkan bir malzemeden oluşan kalıcı, hızlı kuruyan bir boyama aracıdır. Tempera resimleri olarak bilinen bu resimler çok uzun ömürlüdür ve yağlı boya icat edilene kadar Rönesans’ın en çok kullanılan boyama yöntemidir. Angela Cerasuolo, Literature and Artistic Practice in Sixteenth Century Italy, 2017

²⁸ **Chiaroscuro**; İtalyanca açık ve koyu anlamına gelen genellikle bütün kompozisyonu etkileyen kontrastlı alanlardır. Üç boyutlu objelerin ve figürlerin modellenmesinde hacim hissi elde etmek amacıyla ışık kontrastları kullanılır. Rönesans dönemindeki en önemli boyama tekniklerinden biridir. David Landau & Peter Parshall, The Renaissance Print, Yale University, 1996, s.180-184



Şekil 31- Raphael, School Of Athens, 1511 (Meisner, 2014).

Resmin genişliği ve yüksekliğinde kullanılan altın orana, kemerlerde, merdivende ve insanların konumlarında da rastlanmaktadır. Altın oran kısaca; bir sanat eseri içindeki elemanların göze en hoş gelecek, neredeyse içgüdüsel olarak güzel olarak tanımlanacak biçimde, en estetik olarak nasıl konumlandırılabilirliğini tanımlamak için kullanılan matematiksel bir oran sistemidir. Bir eserin altın orana yakınlığı, onun estetik olarak güzelliğinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Altın Bölüm, Altın Oran, Phi Oranı, Kutsal Kesim ya da İlahi Oran olarak da isimlendirilen bu sistemde altın oran 1 phi'ye eşittir. Phi “ ϕ ” sembolüyle temsil edilir ve sayısal eşdeğeri yaklaşık olarak 1.618...’dir” (Altın Oran Derneği, 2014).

Hayatın hemen her detayında karşımıza çıkan altın oranın sanattaki en kapsamlı ve sık rastlanan kullanımına Rönesans döneminde rastlanır. Rönesans sanatçıları ideal insandan ideal mimari eserlere her alanda oranlar arası evrensel uyum arayışında olmuşlardır. Altın Oran ve Fibonacci Serisi mimari, sanat ve tasarım alanında sıkça kullanılmaktadır. Tasarımcıların üründe estetik kaygılarla bu oranı kullanmasının yanı sıra, form, fonksiyon ve strüktürdeki eniyilenme durumunun da bir aracı olduğu görülmektedir (Arslan Selçuk, Gönenç Sorguç, & Er Akan, 2009, s. 149-157).

Mehmet Suat Bergil’in Doğada, Bilimde, Sanatta Altın Oran adlı eserinde, altın oranın M.Ö. 3. yüzyılda Euklid’in Stoikheia (Öğeler) adlı yapıtında “aşıt ve ortalama

oran” adıyla kayda geçirildiğini belirtmiştir. Bergil, kitabında Pisagor’un altın oranla ilgili düşüncelerini şöyle yazmıştır:

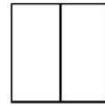
“Bir insanın tüm vücudu ile göbeğine kadar olan yüksekliğinin oranı, bir pentagramın uzun ve kısa kenarlarının oranı, bir dikdörtgenin uzun ve kısa kenarlarının oranı, hepsi aynıdır. Bunun sebebi nedir? Çünkü tüm parçanın büyük parçaya oranı, büyük parçanın küçük parçaya oranına eşittir.” (Hastürk, 2014, s. 173-177)

Altın oranı gözümüzde canlandırmanın en kolay yolu genişliği 1, uzunluğu 1.618 olarak ölçeklenmiş bir dikdörtgen hazırlamaktır. Altın oran ölçeğini adımlarıyla hazırlamak istersek öncelikle bir kare çizilir ve tam ortasından bir dikmeyle ayrılır, bu şekilde ortaya iki eşit dikdörtgen çıkar. Dikdörtgenlerin ortak kenarının, karenin tabanını keşiği noktaya (C noktası) pergel hizalanır ve bir daire çizilir. Çizilen yay karenin karşı köşesine değecek şekilde olmalıdır, yani dairenin yarı çapı bir dikdörtgenin köşegeni olmalıdır. Ardından karenin tabanı çizilen daireyle kesişene kadar uzatılır. Ortaya çıkan şekil bir dikdörgene tamamlandığında, karenin yanında yeni bir dikdörtgen elde edilmiş olunur (Altın Oran, 2019).

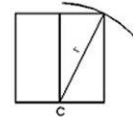
Ortaya çıkan yeni dikdörtgenin taban uzunluğunun (B) karenin taban uzunluğuna oranı Altın Orandır. Karenin taban uzunluğunun (A) büyük dikdörtgenin taban uzunluğuna (C) oranı da Altın Orandır. Kısaca; $A / B = 1.6180339 = \text{Altın Oran}$, $C / A = 1.6180339 = \text{Altın Orandır}$. Elde edilen dikdörtgen ise bir “altın dikdörtgendir”. Çünkü uzun kenarının kısa kenarına oranı 1.618 yani altın orandır (Şekil 32).



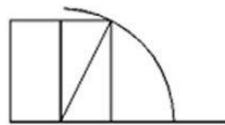
1.Adım



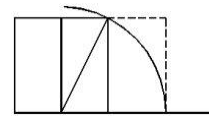
2.Adım



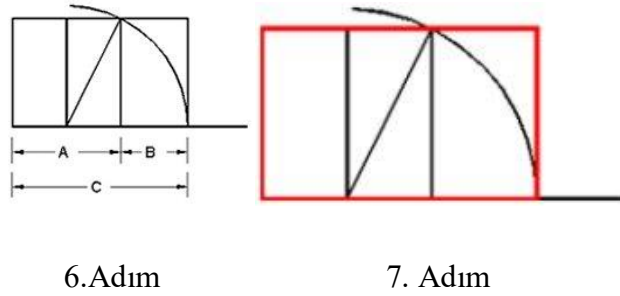
3.Adım



4.Adım

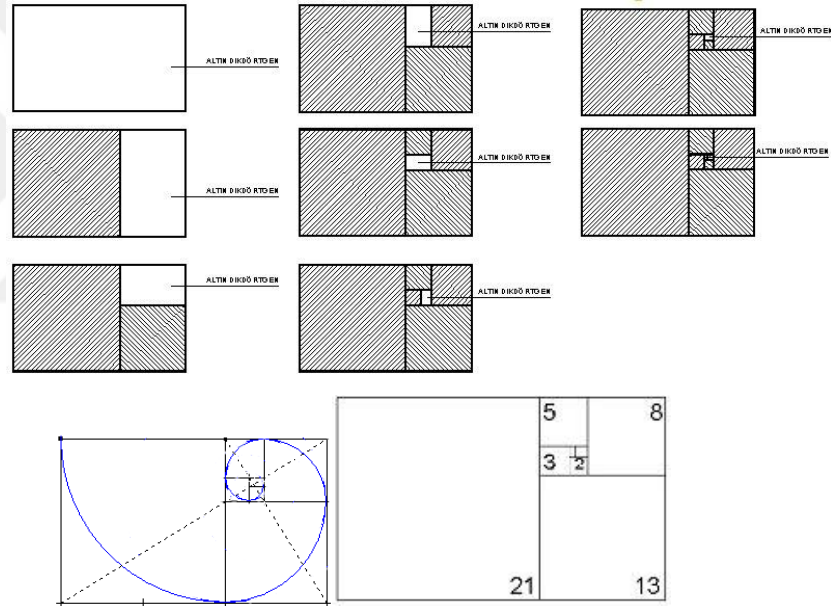


5. Adım



Şekil 32- Altın Oran (1-7. Adımlar) (Aoder, Tarihsiz)

Bu dikdörtgenden her defada bir kare çıkartıldığında, elde kalan daima altın dikdörtgen olacaktır (Şekil 33)



Şekil 33- Altın Oran (Aoder, 2019)

İçerisinden birçok kez kareler çıkarılan altın dikdörtgenin karelerinin kenar uzunluklarını yarıçap alan bir çember parçası her karenin içine çizilirse “altın spiral” elde edilir. Altın spiral birçok canlı ve cansız varlığın biçimini ve biyomimetikte de tasarım spiralinin süreçsel hareketinin yapıtaşını oluşturmaktadır. Karelerin kenar uzunlukları sırasıyla Fibonacci sayılarını vermektedir. Fibonacci dizisi her sayının kendinden önce gelen sayıyla toplanması sonucunda oluşturulan bir sayı dizisidir. Bu şekilde devam eden sayılar birbirleriyle oranlandığında altın oran elde edilir. Kısaca bir sayı kendisinden önce

gelen sayıya bölündüğünde altın orana git gide yaklaşan oranlar elde edilir. Fibonacci sayıları: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, 6765... Ardışık sayılardan oluşur bu dizi altın oranla bağlantılı kabul edilmektedir. Bir Fibonacci sayısının kendisinden önceki sayıya bölündüğünde elde edilen sonuç 1,618'dir. Örneğin $6765 / 4181 = 1,618$ 'dir. Altın oranın karşılık geldiği 1,618 sayısı tersinin bir eksiğine, karesinin ise bir fazlasına eşittir. Bu yönüyle altın oran, evrende benzeri olmayan tek sayıdır ve bu da onu eşsiz kılan bir özelliğidir (Altın Oran Derneği, 2014).

Altın oran ve Fibonacci sayıları matematiksel olsa da doğadan gelen estetik sanat ve tasarımda, kısaca görsel dünyadaki tüm estetik kaygılarda yer edinmiştir. Altın oran'ın doğadaki yansımalarına bakacak olursak tayfunlardan kasırgalara, dağlara, ağaçlara, bitkilere, tohumlara kadar makro ve mikro düzeyde ona rastlayabiliriz. Örneklerle destekleyecek olursak bir çiçeğin taç yapraklarının sayısı daimî olarak Fibonacci dizisini takip etmektedir. Taç yapraklarda gözelmelenen phi, Darwinyan süreçleri tarafından da kabul edilen ideal toplanma (kapanma) düzenlemesiyle her bir taç yaprağın gün ışığı ve diğer faktörlere en iyi ve verimli şekilde maruz kalmayı sağlayan 360 derecelik bir çemberde dönüş başına 0,618034 olarak yerleşir.

Altın dikdörtgen yani kenarların a/b oranının altın ortalamaya (phi) eşit olduğu bir dikdörtgen sonsuzluk boyunca kendini tekrar eden ve bir spiral şeklini alan bir yerleştirme işlemi yaratır. Bu spiral logaritmik spiral olarak adlandırılmakta ve doğada birçok yerde kendisini göstermektedir. Salyangoz kabukları, nautilus kabukları, iç kulak kokleası gibi örnekleri çoğaltılabilir (Şekil 33) (Çubukçu, 2013).

DNA molekülü tüm yaşamın programını taşımaktadır. Temelinde de altın oran bulunmaktadır. Her tam turunda 34 angström uzunluğunda ve 21 angström genişliğindeki çift heliks spiral yapısı ile tabi ki altın oranı bünyesinde bulundurmaktadır. $34/21 = 1.619$ sayısını bulmaktadır (Çubukçu, 2013). Ayak parmak uçlarından göbeğe / göbekten baş bitimine olan uzunluk, diz uzunluğu / dizden bele olan uzunluk, çeneden alın bitimine / alın bitiminden saç bitimine uzunluk, göbekten – boyuna / boyundan –saç bitimine; yapılan oranlamalarda bir tek sayı çıkar. Bu sayı 1,618'dir (Tekkanat, 2006).

Akademisyen ve yazar Ertan Yesari Hastürk insan vücudundaki altın oranı açıklamıştır;

“İnsan yüzünde yer alan bazı altın oranlar şöyledir: Yüzün boyu / Yüzün genişliği, Dudakkaşların birleşim yeri arası / Burun boyu, Yüzün boyu / Çene ucu-kaşların birleşim yeri arası, Ağız boyu / Burun genişliği, Burun genişliği / Burun delikleri arası, Göz bebekleri arası / Kaşlar arası. İnsan yüzü dışında da birçok organda altın orana rastlanmaktadır. Amerikalı fizikçi B. J. West ile Doktor A. L. Goldberger, 1985-1987 yılları arasında yürüttükleri araştırmalarında, akciğerlerin yapısındaki altın oranının varlığını ortaya koydular. Akciğeri oluşturan bronş ağacının bir özelliği, asimetrik olmasıdır. Örneğin, soluk borusu, biri uzun (sol) ve diğeri de kısa (sağ) olmak üzere iki ana bronşa ayrılır. Ve bu asimetrik bölünme, bronşların ardışık dallanmalarında da sürüp gider. İşte bu bölünmelerin hepsinde kısa bronşun uzun bronşa olan oranının yaklaşık olarak 1/ 1,618 değerini verdiği saptanmıştır.” (Hastürk, 2014, s. 173-177)

Sanatta, tasarımda, DNA sarmallarında, yaşayan organizmalarda makro ya da mikro parçalarda insan gözünün estetik arayışı, farkında olarak ya da olmayarak altın oranı aramasına neden olur. Bu nedenle sanatta ve tasarımda doğanın matematiksel düzeni altın oran doğanın paylaşımcılığının bir göstergesi olarak karşımıza çıkar.

Rönesans resmindeki altın oran örnekleri günümüz sanatında görüldüğünden oldukça fazladır. Doğanın matematiksel estetik karşılığı, sanatsal kompozisyonlarda denge ve uyumu sağlar. Luca Pacioli’nin iç ciltli çalışması İlahi Oran (Divina proportion), Katolik Kilisesi’nin dikatini çekmiş ve himayesindeki sanatçıların bu oranla çalışmalarını teşvik etmişlerdir. Leonardo da Vinci’de dahil olmak üzere birçok Rönesans sanatçısı bu oranı eserlerinde kullanmışlardır (Livio, 2013).

Rönesans sonrasında ortaya çıkan Geç Rönesans olarak da bilinen Maniyerizm²⁹, 1520 civarında İtalyan Yüksek Rönesans’ının sonraki yıllarında ortaya çıkmış ve XVII. yüzyılın sonuna kadar etkili olmuştur. Biçimsel olarak Leonardo da Vinci, Raphael ve Michelangelo gibi sanatçılarla ilişkili uyumlu ideallerden etkilenen,

²⁹ **Maniyerizm**; İtalyancada stil veya tarz anlamına gelen manieralardan türetilmiştir. XVI. Yüzyıl eleştirmenleri tarafından sanatçıları yapmacıklık ve boş taklitle suçlayan bir kelime olarak kullanılmıştır. John Sheraman, Maniera as an Aesthetic Ideal, 2004, s. 37

ideal denge ve güzelliğin vurgulandığı natüralist yaklaşımın yerine daha yaratıcı, uyumun reddedilmesi, resimsel düzlem, gerçeklik ve doğrulukla sınırlandırılmamış dramatik bir stili temsil eder. Radikal asimetri, yapaylık ve dekoratif yaklaşımlarla insanı evrenin merkezi olarak kabulün reddi olarak değerlendirilebilecek Maniyerizm, klasik yorumlardan uzaklaşan doğal olmayan abartılı figürlerle bireyleri ve sahneleri yeni bir formda değerlendirmeye başlamıştır (The Art Story, 2019). Bu yaklaşımın temelinde Yeni Dünya'nın keşfi de dahil olmak üzere bilimsel keşiflerin insanı evrenin merkezinden çekmesinin etkisi büyüktür. Uyumlu ve gerçekçi kompozisyonlardan uzaklaşma, Hümanist yaklaşıma meydan okurken aynı zamanda sanatçının doğayı doğrudan kopyalamasına karşı yeniden sentezlemeye yöneldiklerinin önemli bir göstergesi haline gelmiştir. Ahenk, ihtişam ve antik çağın yeniden canlandırılmasından ayırt edilen Maniyerizm, Rönesans'ın teknik anlamda ulaştığı mükemmelliğin yerine sanatçıların yeni ve bireysel arayışlarını temsil eder (Gombrich, 2002 s.75)

Rönesans sanatçılarının doğayı gözlemlemek için kullandıkları ayna, Francesco Parmigianino'nun 1535-1540 yılları arasına tarihlenen Uzun Boyunlu Meryem (Madonna with the Long Neck) adlı resminde olduğu gibi algının doğasını çarpıtmak ve uzuvları algılandığından daha deforme göstermek amacıyla kullanılmıştır. Maniyeristlerin en önemli temsilcilerinden olan Parmigianino, uzuvların uzanışıyla birlikte anıtsal boydaki Meryem tasviriyle, geleneksel betimlemeye karşı daha rahatsız edici, klasik doğrusal perspektife sahip olmayan bir figür yaratmıştır (The Art Story, 2019). Olağan dışı bu kompozisyon uygulaması doğal olarak kabul edilen güzelliğe zarar verse de Parmigianino özelinde modern sanat olarak adlandırılabilen ilk örneklerden kabul edilir (Gombrich, 2004 s.367) (Şekil 34).



Şekil 34- Francesco Parmigianino, Madonna with a Long Neck, 1534-1535 (Google Arts & Culture, 2019)

Maniyerist yaklaşımın doğanın ideal dengesine karşı geliştirdiği bireysel yaklaşım, nesnenin özüne vurgu yaparken doğanın yeniden ele alınmasında etkili olmuştur. Belirgin bir şekilde sanatta sadeleştirmeyi getiren Maniyerist stil, farklı coğrafyalarda farklı sanatçılar tarafından geleneksel konuların ve motiflerin işlenmesinde kullanıldı. Fransa'da Fontainebleau Okulu, Prag'da II. Rudolf'un himayesindeki sanatçılarla gelişen tarz, mitolojik imgeler üzerine yoğunlaşırken birçok sanatçının da eser üretmesinde etkili olmuştur. Resam Giuseppe Arcimboldo'nun meyve, sebze, çiçek, balık ve kitap gibi nesnelerden yaptığı portreleri, klasik güzellik anlayışına karşı alaycı tavrıyla Rönesans sanatında doğalcı soyutlamaya karşı tuhaf, abartılı ve şekilsiz bir yaklaşım kazandırdı (Şekil 35). Platon'un panteizmine³⁰ gönderme yapan portrelerinde doğanın mevsimsel döngüsü alegorik bir biçimde yansıtılırken aynı zamanda siyasi

³⁰ **Panteizm;** Tanrının ve evrenin bir olduğunu düşünen görüştür.

semboller, hayvanlar ve bitkilerle süslenerek karşımıza çıkar (Kriegeskorte, 1994 s.58-60).



Şekil 35- Giuseppe Arcimboldo, Vertumnus, 1590 (Wikipedia, 2019)

Rönesans ve Reform hareketleri, Aydınlanma Döneminin habercisi olmuştur. XVIII. yüzyılda Avrupa’da ortaya çıkmıştır. Aydınlanma felsefesi ya da XVIII. yüzyıl felsefeleri genel olarak insanın kendi yaşamını düzenlemesini yeniden gündeme almış hem düşüncenin hem toplumsal yaşamın köklü değişimlere uğrayacağı bir sürecin fikrinsel ve felsefi başlatıcısı olmuştur. Avrupa siyaseti, felsefesi, bilimi ve kültürü için Akıl Çağı olarak da adlandırılan Aydınlanma Dönemi, geleneksel otoriteyi sorgularken insanlığın rasyonel değişim yoluyla geliştirilebileceği fikrini benimsedi. Çok sayıda deneme, icat, bilimsel keşif, devrimler ve savaşlar üreten bu dönem XIX. yüzyılında etkinliğini gösterecek olan Modernizmin öncüsü sayılmaktadır (Duignan, 2019). Aydınlanma Çağı akılcı düşünce sisteminin yerleşerek bilimsel ve teknolojik gelişmelere destek vermiş, dolayısıyla Sanayi Devrimi’nin temellerini hazırlamıştır. Teknik gelişmelerin üretim alanına uygulanmasıyla, yani aletin yerini makinenin almasıyla ilk olarak İngilterede başlayarak sonra Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya’ya uzanarak tüm dünyaya yayılmıştır.

Merkezinde insanın evreni anlama ve kendi durumunu iyileştirme gücü olan aklın kullanımı, bilgi ve özgürlüğün ön plana çıkmasına neden olmuştur (Duignan, 2019). Antik Yunan filozoflarının doğa ve doğa hukuku üzerine çalışmalarının etkili olduğu Aydınlanma Döneminde, Rönesansla birlikte gelişen Hümanizmle birlikte Klasik Kültür yeniden keşfedildi. Aklın herhangi bir soruya başarılı olarak cevap verebilmesi için mantık ve matematikle oluşturulan metodoloji, insanın bilgiye ulaşmasında kapasitesinde etkili olurken aynı zamanda dinin merkezinde olan tanrı ve bireysel kurtuluş kavramlarının kırılmasında etkili olmuştur (Gonzales, 2011 s.8). Newton'un fizik ve matematik alanındaki başarıları, Copernik'in güneş merkezli bir evren olduğunu bulması, Galileo'nun Dünya'nın yuvarlak olduğunu keşfetmesi gibi keşiflerin yanında ilk olarak ortaya çıkan seküler ve etik teoriler, insan aklını ön plana çıkarttı. Rasyonel sorgulama ve diyalog yoluyla ilerlemeye olan Aydınlanma Düşüncesi, tün dünyaya yayıldı. Almanya'dan Fransa'ya, İsviçre'den Amerika'ya kadar dünyanın farklı noktalarında ortaya çıkan Aydınlanma düşüncesi, entelektüel ve bilimsel alanlarda etkilerini gösterirken aynı zamanda XIX. yüzyılda ortaya çıkacak olan Sanayi Devrimi ve diğer siyasal devrimlerin de önünü açtı. Rousseau, Diderot ve Voltaire gibi düşünürlerin Rönesans dönemindeki gelişmelerin etkisiyle aklın dünyayı ve evreni aydınlatabileceği düşüncesi, doğaya rasyonel olarak bakarken aynı zamanda da doğanın düzeninin insan kurumlarına yansıtılması gerekliliğini ortaya çıkardı (Weber, 1992 s.20).

Aydınlanma düşünürlerinin iktidar ve Kilise konusundaki düşünceleri de demokrasinin kurucu ilkelerini ortaya atarken aynı zamanda evrenin ve doğanın anlaşılabilmesi için akıl yürütme metodolojisinin de gelişmesinde etkili oldu. Yeni ve kapsamlı kozmoloji yaratılmasını mümkün kılan matematiksel denklemler, gezegenlerin hareketlerini yöneten yasaların keşfedilmesiyle evrenin basit ve keşfedilir yasalarla yönetildiği bilgisine ulaşmayı mümkün kıldı (Britannica, 2019). Akılın ön plana çıkmasıyla dini inaçların etkisinin azalması Deizm, Ateizm, Şüphencilik (Septicism) gibi o dönem için radikal olarak değerlendirilebilecek yaklaşımların ortaya çıkmasında etkili oldu.

Günümüz modern dünyasının temellerinin atıldığı Aydınlanma Çağı'nda bilginin ulaşılabilir hale gelmesi, doğanın deneysel yöntemlerle çözümlenmeye

çalışılması, toplumsal alandaki değişikliklerle birlikte sanatsal anlamda da değişimlerin yaşanmasında etkili olmuştur. Doğanın tüm yönleriyle incelenmesi, doğadaki unsurların teker teker ele alınmasında önemli rol oynadı. Peyzaj tasarımlarından resimlere, mimariden heykele kadar olan tüm tasarım içeren alanlarda etkisini gösteren Neoklasisizm ise Aydınlanma Döneminin etkin sanat anlayışını temsil eder. Klasik sanattan ve kültürden etkilenmiş olsa da Neoklasisizmin felsefi altyapısı ele alındığında, taklit edilen doğadan usurların en mükemmelinin temsili yerine doğa ötesindeki idealizmi ele alan yapısıyla dikkat çekicidir (Kohle, 2006 s. 71-80). Rönesans'ın yeniden canlanması, eski modellerin yeniden ele alınarak yorumlanması ve nostaljinin yeniden canlanması olarak sanat tarihçiler tarafından yorumlanan Neoklasisizm, Yunan ve Roma sanatının temsil biçimlerini yeniden ele alırken asil bir sadelik, sakin bir ihtişam yaratmayı başarmıştır. Sanatın toplumu sivilleştirilebileceği, reform yoluyla dönüştürülebileceği inancına sahip olan Neoklasik sanatçılar, bilimsel keşifler ve buluşlarla şekillendirilen sanatın Sanayi Devrimi'ni etkileyecek yaklaşımları geliştirdiler. Özellikle İtalyan Rönesansı tasarımlarından etkilenen ve arkeolojik keşiflerle şekillenen Neoklasik mimari 1700'lerin ortalarından itibaren kamu binalarının tasarımları, şehir planlaması, peyzajlarda Antik Yunan ve Roma mimarisini esas alarak geliştirdiler (The Art Story, 2109).

“...Bilimsel yöntem ve Rasyonel düşünme tekniklerinin icatların önünü açması ve teknolojik ilerlemeleri desteklemesinin yanı sıra Rönesans'ın aydın düşüncelerinin; Fransız devrimiyle gelen siyasi iktidarların sanayileşmeye olan ilgileri ve destekleri Sanayi Devrimini hızlandırmıştır. İngiltere'nin Anayasal haklara olan ilgisi ve ülkede kurulan anayasal monarşi devleti nedeniyle, 18. yüzyılda diğer devletle göre ekonomik ve mali olanaklar açısından çok ileri seviyede olan devlet işgücü makineleşmeyi zorunlu kılmıştır. Parlamento, Kapitalizm ilkeleri doğrultusunda iç piyasadaki bütün engelleri kaldırmış ve rekabetçi serbest piyasa ekonomisi oluşturmayı amaçlamıştır. İngiltere sanayileşme için gerekli olan temel hammadde olan kömür ve demir açısından zengin yer altı kaynaklarına sahiptir. Özellikle İngiltere'nin büyük bir sömürge imparatorluğu olması hem işlenecek hammadde bulma konusunda sorun yaşamamasını hem de işlenmiş ürünlerin sunulacağı pazar bulma sorunu olmamasını sağlamıştır. İngiliz donanması ve büyük filolar sömürgelerden hammadde ve işlenmiş ürün taşımayı kolaylaştırmıştır.

İngiltere, Avrupa’da başlayan Rönesans akımının izinden yürüyerek sanayileşme adına dokuma sanayinde başı çekmeye başlamıştır. Ayrıca Avrupa’da yapılan mezhep savaşlarından ve iç karışıklıklardan uzak duran İngiltere daha çabuk gelişimini tamamlamıştır.” (Sanayi Devrimi, 2109)

2.3.2 Modernizm ve Avangart’ta Biyomimetik Yaklaşım

Modernizm ve Modern Sanat’ın doğuşu, Aydınlanma Hareketiyle başlayan Fransız Devrimi ve Sanayi Devrimi’nin etkilediği sosyal, kültürel ve ekonomik koşullardan kaynaklanmıştır. Demiryolu, buharlı motor da dahil olmak üzere yeni ulaşım biçimleri, insanların yaşama, çalışma ve seyahat biçimlerini değiştirmiş, kent merkezleri geliştikçe kent nüfusları artmıştır. Bilim ve teknolojiadaki gelişmelerle değişen kentlerde dökme demir ve cam plakalardan oluşan ve ilk dünya fuarının yapıldığı Kristal Saray (The Crystal Palace), cam ve demirden oluşan Londra’daki Paddington İstasyonu, Brooklyn Köprüsü, Eysel Kulesi gibi mühendislik başarısı yeni yapılar ortaya çıktı. XIX. yüzyılın sonları ve XX. Yüzyılın başlarında ortaya çıkan ve modern sanayi toplumlarının gelişimi, insan yaşamı ve topluma ilişkin ütöpik bir vizyona ve ilerlemeci düşünceye dayanıyordu. Modernist idealler, geniş kapsamlı, sanat, mimari, edebiyat, bilim, dini inaç, felsefe, sosyal organizasyon, günlük yaşam aktiviteleriydi (Bar-On, 2013 s. 74). İnsan yapımı nesnelerin başarısı, kentsel ortamda insanların günlük yaşamlarını kökten değiştiren, bilimsel bilgi ve teknolojik gelişmelerle birlikte çevrelerini yaratma, geliştirme ve yeniden şekillendirme gücü, sosyal olarak ilerici bir yaklaşımın ortaya çıkmasına neden oldu. Batı felsefesinin XVIII. yüzyıldan itibaren vurguladı rasyonel düşünce ve pozitivist yaklaşım toplumun, ekonominin ve sanatın geleneksel biçimlerini reddetti (Fineberg, 2014 s.14).

Devam eden teknolojik ilerlemenin getirdiği yeni toplum yapısı, ticaretten felsefeye, siyasetten sanata kadar ilerlemeci bir düşünce şekli olan Modernizm’i yüceltsede toplum içerisinde bu yeni döneme ayak uyduramayan, gelişen teknolojinin bir sonucu olarak büyüyen savaş teknolojilerinin ortaya çıkardığı I. Dünya Savaşı’nın yıkımı, Modernist düşünceyi sorgulanmasına neden oldu. Bu sorgulamanın ilk örneği, Aydınlanma Döneminin rasyonel bakış açısı ve idealleri, Fransız Devrimi ve Sanayi

Devrimi'nin sonuçları XVIII. yüzyıl sonu XIX. yüzyıl başında bireysel hak ve özgürlük arayışında olan, sanatçının bireysel hayal gücünü ve sezgiyi kutsayan ve en önemlisi doğayı kutsayan Romantizm hareketiyle başlamıştır. Aydınlanma Döneminin aristokrat sosyal ve politik normlarına, doğanın bilimsel rasyonalizasyonuna ve modernliğin tüm bileşenlerine tepki olarak ortaya çıkan Romantizm, doğa bilimleri, sosyal bilimler, tarih yazımı, görsel sanatlar ve müzik olmak üzere birçok alanda etkili bir hareket haline geldi. Liberalizmi, radikalizmi, muhafazakarlığı ve milliyetçiliği tetikleyen romantik düşünürler dünya tarihini değiştirecek birçok olayın da önünü açmışlardır (Morrow, 2019).

Romantizm akımı özellikle doğanın yüceliğine ve güzelliğine yeniden odaklanırken yeni estetik kategorilerden endişe, korku ve dehşet duyan, otantik bir estetik deneyim olarak duyguların ön plana çıkaran bir yaklaşım sergiledi. Aydınlanmanın rasyonalizmi ve Klasisizminin aksine Romantizm, Ortaçağcılığı yüceltmıştır. Sanayi Devrimiyle birlikte modern kent örneklerinin artışı, nüfusun çoğalması ve sanayiden uzaklaşarak doğaya dönme, Orta Çağ mimarisinden, edebiyatından, sanat ve felsefesinden etkilenen ve o dönemin unsurlarını yaratıcı bir aktivite olarak kullanılmasına yol açtı. Romantizmin Orta Çağ kültürünü yeniden canlandırma çabası toplumun kalitesini arttıracak kahraman bireylerin ve sanatçıların özelinde ilerlerken Orta Çağ kültüründeki şövalye unsurundan oldukça etkilenmiştir (Perpinya, 2014). Temel yaklaşımı sanatçının duygularını özgürce ifade etmesi olarak tanımlanan Romantizm, güçlü duyguların yanında sanatın yapay kurallarından uzak, sanatçının bilinçsizce sanatsal ilhamı bulmaları gerekliliğini öne sürmüştür. Kendine özgün eserler üreten sanatçılar, insan doğasının en olağanüstü gücünün zıt yönlerini açığa çıkarmaktaki gücü olduğunu ortaya çıkardılar (Brecman, 2008 s.58).

Avrupa'nın birçok ülkesinde etkisini gösteren Romantizm'in biyomimetik yaklaşım olarak doğayı ön plana alması görsel sanatlarda manzara resimlerinde karşımıza çıkar. Alman ve İngiliz manzara resimlerinde devasal boyuttaki eserler, doğanın hem dingin tarafını gösterirken hem de doğanın vahşi tarafını gösteren, insan yaşamının genel geçer durumuna vurgu yaparken doğanın üstünlüğünü ön plana çıkartmışlardır. J. M. William Turner, Caspar David Friedrich, Claude Lorrian gibi sanatçıların çalışmalarında

devasal bir manzara içinde tek başına, küçük ama kahramanlık statüsü verilmiş figürlerle bu durum vurgulanmıştır (Perpinya, 2014) (Şekil 36)



Şekil 36 – J.M. William Turner, Denizde Kar Fırtınası, 1840 (Boston Güzel Sanatlar Müzesi, 2019)

Romantizmin kahramanlık statüsüne gösterdiği önem ve sanatsal yaklaşımlarına tepki olarak XIX. yüzyılın ortalarında yaşamın gerçek temsillerini göstermeyi amaçlayan sanatçılar, Realizm olarak adlandırılan hareketin ortaya çıkmasında etkili oldular. Sanata egemen olan abartılı duygusallığın yerine toplumda bulunan gerçek insanlara ve gerçek konulara, durumlara, hayatın hoş olmayan ya da kötü yönlerini gösteren konulara yönelen sanatçılar, Sanayi Devrimi sonrasında değişen toplumsal sınıfların yaşantılarına yöneldiler (Lumen, 2019). Romantizmin drama ve duygusallığına karşıt olarak tüm sosyal sınıflardaki insanların temsillerine yer verirken kahramanlık ya da duygusal unsurlar olmadan gerçekçi bir çekilde ele alan Realist sanatçılar, genellikle işçi sınıfını ele aldılar.

XIX. yüzyıl ortalarına kadar bilinçli bir estetik anlayış olarak kabul edilmeyen Realizm, aslında oldukça eski dönemlerden itibaren yaratıcı idealizmi reddeden bir yaklaşımdır. Doğanın ya da insanın temsillerindeki idealizm, Realizmle birlikte sanatçıya sunulan modellerin doğru ve gerçekçi tasvirine dayanır (Britannica, 2019). Orta ve alt

sınıfların, olağandışı, sıradan, alçakgönüllü ve süslenmemiş hayatlarını, sorunlarını, geleneklerini ve adetlerini temsil eden Realizm, sanatın merkezine insanı koyar.

Realizmin ortaya çıkmasındaki en önemli etkenlerden biri de 1839 yılında Louis Dagurre tarafından kamuya açılan fotoğrafın icadı olmuştur. Fotoğraf, oldukça uzun ve zorlu süreçlerin sonucu olarak keşfedilip Paris Bilimler Akademisi tarafından halka duyurulduğunda gerçekliğin temsilini resimden almış ve hiçbir şüpheye imkân vermeden gerçekliğin temsilini resimden devralmıştır. Mercek sisteminin geliştirilmesi, karanlık bir ortamda görüntünün sabitlenmesi ve kimya bilimindeki gelişmelerle doğadaki bazı maddelerin ışığa maruz kaldığında gözle görülür bir biçimde değişmesi fotoğrafın icadının önemli noktalarından biridir. Işığın çeşitli maddelerden etkilenebileceği erken zamanlardan beri bilinen bir bilgi olmasına rağmen ressamların doğayı gözlemlemek ve görüntünün düzeltilmesi ya da otomatik olarak oluşturulmasına yarayan aynalarla buluşması, gümüş nitratın bulunarak ışığa duyarlı malzeme olarak kullanılmasıyla birleştiğinde fotoğrafın oluşmasına neden oldu (Hirsch, Green, 2000 s.12).

Realizmin doğanın daha gerçekçi ve nesnel temsili, sanatçıların gözlemledikleri doğanın gerçekliğini nesnel temsillerle üretmelerine neden oldu. Objektif bir taklit yöntemiyle üretim yapan sanatçılar yeni arayışlar içerisine girdiler ve geleneksel sanat anlayışını derinden etkileyen Empresyonizm (İzlenimcilik) hareketinin ortaya çıkmasını sağladılar. Küçük ve canlı boya darbeleriyle saf renklerin kullanımını sağlayan yeni bir ışık ve renk çalışmasına dayanan Empresyonist sanatçılar, sanatçının doğadaki izlenimine dayanarak açık hava doğa sahnelerini tuvallerine kopyaladılar. Bu nedenle Empresyonizm, doğadaki sahnelerin ışık, renk ve form olarak sanatçı tarafından deneyimlenerek doğal yerlerinden alınarak yeni bir sanatsal form haline gelmesini sağlamıştır. Biyomimetik yaklaşımla ele alındığında doğadan kopyalama bir eylem olarak yaratıcı bir sürece dönüşmüştür (Moram, 2011 s.681).

Sanatçıların stüdyolarından çıkarak doğada resim yapması, ışığın ve renk analizinde etkili olurken yeni form arayışlarına da yol açmıştır. Empresyonistlerin ışık ve renk analizlerine karşı daha canlı renkler, kalın fırça darbeleri ve gerçek yaşamdan

alınan konularla birlikte geometrik formların daha fazla vurgulandığı, şekillerin deforme edilerek doğal olmayan uygulamaların yapıldığı Post Empresyonistlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Post Empresyonist ressam Paul Cezanne'nın doğayı silindir, küre ve koni olarak ele alınması gerektiğini belirten söylemi, doğa sahnelerinin temel şekillere, soyut biçimlere dönüştüğünün bir göstergesidir (Moram, 2011 s.681) (Şekil 37).



Şekil 37- Paul Cezanne, 109, 1904-1906 (Sleek Mag, 2007)

Doğal dünyanın soyut biçimlere dönüşmesi, biyomimetik yaklaşım açısından ele alındığında doğanın geometrik şekiller ve mekânsal unsurlara indirgenebileceği fikrini ortaya çıkardı. Gerçeklik analizindeki bu değişim sonucunda formların bölünebilir olması, bakış açısının getirdiği çoğulcu yaklaşım XX. yüzyılın en etkili sanat akımlarından Kübizm'in doğmasına neden olmuştur (Green, 2009 s.12). Kübist sanatçıların nesneye olan bakışlarındaki değişim, tek bir bakış açısından temsil edilmesi yerine soyutlanmış, parçalara ayrılmış ve yeniden birleştirilebilir bir hale gelen, konuyu daha geniş kapsamda ele alınmasını sağlayan bir yaklaşımın ortaya çıkmasına neden oldu. Fransız düşünür Henri Bergson'un yaşamın süreklilik olarak deneyimlendiği süre kavramına atıfta bulunan Kübist sanatçılar, bilicin akışkanlığının fiziksel ve psikolojik duygusunu izleyiciye iletme için geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki ayrımları

bulanıklaştırarak resimlerinde çoklu bakış açısı getirerek zaman ve mekân algısına meydan okudular (Green, 2009 s.15).

Kübizmin önemli temsilcileri Pablo Picasso ve Georges Braque, Analitik Kübizm olarak adlandırılan dönem içerisinde formun parçalanması ve analiz edilmesini çalışmalarında göstermişlerdir. Braque ve Picasso, dik açılı ve düz çizgileri tercih ederken izleyicinin ilgi alanındaki formun geometrik ve parçalanmış yapısını tek renk şemasıyla boyuyarak daha karmaşık ve çoklu görüntüye uygun hale getirerek sundular (Britannica, Tarihsiz) (Şekil 38). 1912'den itibaren Kübist sanatçılar, parçalanmış formların ve renk kombinasyonlarının yer aldığı resimlerin yüzeyine birbiriyle kontrast oluşturabilecek genellikle gazete veya ambalaj gibi yabancı maddeler yapıştırılmaya başlandı. Kolaj olarak bilinen bu teknik, dokudaki farklılıkları daha da vurgularken aynı zamanda gerçekliğin ve illüzyonun ne olduğu sorusuna da yanıt aramaya çalışmışlardı (Britannica, 2019).



Şekil 38- Pablo Picasso, Portrait of Ambroise Vollard, 1910 (Pablopicasso.org, 2019)

Aynı radikal çarpıtma XX. Yüzyılın başlarında Almanya'da ortaya çıkan Expresyonizm (Dışavurumculuk)'de de karşımıza çıkar. Dünyayı ve doğayı özel bir perspektiften sunarak ruh halini veya fikirleri uarmayı amaçlayan Expresyonist sanatçılar, fiziksel gerçeklikten ziyade duygusal deneyimlerle anlamı ortaya çıkartmayı

amaçlamışlardır. I. Dünya Savaşı öncesinde mevcut kültürel değerlere meydan okuyan sanatsal yaklaşımlarıyla radikal bir akım olan Avangart içinde yer alan Ekspresyonistler, bireysel ve öznel perspektife vurgu yaparken sanayileşmenin insanlık dışı etkisine karşı kültürel kurumlara ve temsiliyetlere karşı gerçeklik sorgulaması yaptılar (Garzanti, 1974 s.963).

Geleneksel sanat kurumlarına ve yaklaşımlarına en sert saldırı, geçmişin hiçbir parçasını istemiyoruz mottosuyla hız, teknoloji, sanayi kentlerine duyulan hayranlık ve insanın doğa üzerindeki teknolojik zaferini yücelten Fütürist sanatçılardan gelmiştir. Geçmişin kültürünü ve tüm taklidini reddeden manifestosuyla Fütürizm, makine çağının benzersiz ve dinamik vizyonuna odaklanarak kentsel manzalar, tren, araba, uçak gibi yeni teknolojileri konu olarak seçtiler. Hız, şiddet ve işçi sınıfının değişimini ilerlemenin nihayi yolu olarak gören Fütüristler, Post Ekspresyonistlerde olduğu gibi eklektik, parlak renklerle optik yanılsamalardan yararlandılar. Kübizm’de oldukça fazla etkilenen Fütürizm, şiddet ve savaş yanlısı fikirlerini çalışmalarında gösterirken aynı zamanda insanın doğa karşısındaki zaferini de kutladılar (The Art Story, 2019).

Modern, kapitalist toplumun mantığını, aklını ve estetiğini reddeden, bunun yerine eserlerinde saçmalık, irrasyonellik ve anti burjuva tavırlarıyla Modernizmi radikal bir biçimde eleştiren Dada Hareketi, Modern ve Çağdaş Sanat’ın sanatsal eylem ve formlarını belirleyen önemli bir harekettir. Modernizmin sanayi ve teknoloji anlamında ulaştığı noktanın sonucu olarak I. Dünya Savaşı’nın yaşanması, Modernist söylemin eleştirilmesinde etkili bir neden olmuştur. Savaşın korkunçluğuyla yüzleşen düşünürler ve sanatçılar, modern uygarlığın bilgi ve hakikat temelli yapısına karşı Friedrich Nietzsche’nin düşünsel temelini oluşturduğu Platon ve Hristiyan ahlakının temel alındığı felsefeye karşı insanı ve uygarlığı yargılayan fikirlerini benimsedi. Kültürün ve sanatın ideallerine başkaldırı olarak ortaya çıkan Dada Hareketi, estetik açıdan burjuva duyarlılıklarını yükselten, güzel olarak nitelendirilebilecek nesneler üretmek yerine sanatçının rolünü ön plana çıkartan, geleneksel sanatsal üretim normlarına aykırı stratejiler geliştirdi (Artun, 2018). Sanatçının ve sanatçının düşüncesinin sanat eseri yaratma sürecindeki rolüne odaklana Dadaist sanatçılar, sanatın gizemini bozmadan

izleyiciyi şok edici ya da yorumlamasına izin verecek şifrelerle yeni sanat formlarını ortaya çıkardılar.

Zürih'te başlayan ve eş zamanlı olarak Avrupa ve Amerika'da ortaya çıkan Dada Hareketi, manifestolar, performanslar³¹, kolaj³², asemblaj³³, fotomontaj³⁴, sokak afişleri, hazır nesne (ready-made)³⁵ kullanımı, dans ve müzik gibi radikal ve sanat anlayışını temelde sarsan yeni sanat formları ortaya çıkartmıştır (Antmen, 2014 s.124). Dada'nın geleneksel sanata karşı tavrının etkili örneklerinden olan kolaj çalışmaları, Dada'nın biyomimetik yaklaşımını incelemek açısından önemlidir. Hareketin önde gelen isimlerinden Hans Arp, Max Ernst, John Heartfield ve Hannah Höch'ün kolaj çalışmalarında aklın ve gücün karşısında doğanın primitif ve elementlerine ayrılmış formlarını görebiliyoruz (Şekil 39). İnsanın teknolojiyle doğanın üzerinde kurduğu hakimiyet ve ortaya çıkan Modernist yaşam şekline karşı bir tavır olan Dada sanatçıları kolajlarındaki yaklaşımın, doğa gibi primitif, doğa gibi doğrudan ve doğa gibi anlamsız olduğunu savundular. Dada kolajları ve fotomontajlarının politik söylemi, formların uyumsuzluğu ile birlikte ironik bir eleştiri mekanizması haline geldi (Elder, 2013 s.156).

³¹ **Performans Sanatı**; herhangi bir yerde, herhangi bir anda yazılı ya da yazılı olmayan, rastgele ya da planlanarak düzenlenen bir bireyin ya da grubun eylemlerinden oluşan sanatsal bir formdur. Dada Hareketiyle ortaya çıkan Performans Sanatı 1960 ve 1970'lerde etkinliğini arttırmıştır. Marvin Carlson, Performance: A Critical Introduction, 1996, Routledge, s.1-2

³² **Kolaj**; kesilmiş kağıtların çeşitli yüzeylere yapıştırılarak ya da dikilerek oluşturulan, Fransızca papiers colles ya da dekupaj kelimesinden türetilmiş sanatsal bir üretim şeklidir. <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/c/collage> Erişim Tarihi 25 Aralık 2019

³³ **Asemblaj**; üç boyutlu buluntu nesnelerden oluşan malzemelerle yapılan kolaj tekniğine benzeyen sanatsal bir üretim şeklidir. John Walker, Assemblage Art, Glossary of Art, Architecture & Design, 1945

³⁴ **Fotomontaj**; iki veya daha fazla fotoğrafı yeni bir görüntü oluşturacak şekilde keserek, yapıştırarak ve yeniden düzenleyerek oluşturulan birleşik bir fotoğraf oluşturma tekniğidir. Lloyd Douglas Clark ve Brain A. Brown, Apparatus and Method for Application of Selective Digital Photomontage to Motion Pictures, Paedia, 2014

³⁵ **Hazır nesne yada Ready-Made**; buluntu nesne anlamına gelen, sanat dışı bir işleve sahip oldukları için normalde sanatın yapıldığı materyallerden kabul edilmeyen ancak sıklıkla değiştirilmiş nesneleri tanımlayan Fransızca object trouve'de sanat stratejisidir. https://web.archive.org/web/20100620150735/http://moma.org/collection/theme.php?theme_id=10135 Erişim Tarihi 26 Aralık 2019



Şekil 39- Max Ernst, The Postman Cheval, 1932 (Peggy Guggenheim Collection, 2019)

Avangart Hareketin en çalışmaları Marcel Duchamp'ın sanat nesnesini ortadan kaldıran ve onun yerine sanat yapma eylemi kavramını ortaya atan hazır nesne çalışmaları olmuştur. Duchamp'ın burjuva sanatının modası geçmiş ve gündelik yaşantıdan kopuk yaklaşımına eleştirel bir bakış açısı getiren çalışmaları Modernist bir eleştiriyile birlikte sanat yapma biçimlerini derinden etkilemiştir. Parodik bir yaklaşımla kullandığı bisiklet tekeri, pisuvar, şişe askılığı gibi kavramsal düzlemde algılanabilecek malzemelerle göze hitap eden sanat yaklaşımını reddeden Duchamp, Empresyonistlerin insandan yalıtılmış doğa manzalarına tepki olarak yaptığı Bekarları Tarafından Çırılçıplak Soyulan Gelin (The Bride Stripped Bare by Her Bachelors, Even) ya da Büyük Cam (The Large Glass) isimli çalışmasıyla doğanın insandan bağımsız temsil edilmesine eleştirel bir yaklaşım getirmiştir (Yıldız, 2016 s.144) (Şekil 40). 1915'te başlanılan ve 1923'te bitirilen çalışma, makine parçaları, kurşun teller ve geometrik formlardan oluşan parçaların cam paneller arasına sıkıştırılmasından oluşan çalışma, göze hitap eden (Retinal Art) klasik resim sanatının estetik anlayışını parodileştirirken, insandan soyutlanan ve sanatçı tarafından çırılçıplak soyulmuş Platonik doğa anlayışına karşı çıkar (Yıldız, 2016 s.145).



Şeki 40- Marcel Duchamp, The Bride Stripped Bare By Her Bachelors, 1915-23 (Philadelphia Museum of Art, 2019)

Avangart içerisinde bilinçaltı ve otomatizme önem vererek görsel çağrışımlarla birlikte zengin bir imgeleme duygusuyla klasik güzellik anlayışına karşı algılanması güç ve sarsıcı bir güzellik anlayışı öneren Sürrealist hareket, Andre Breton tarafından 1924 yılında yazılan manifestosuyla ahlaki ön yargılar olmadan saf ve ruhani bir estetik anlayış olarak duyurulmuştur (Antmen, 2014 s.124). Rüyalar, sanrılar, nesnel rastlantılar ve ezoterik yaklaşımlarla doğaüstü anlam ve imalarla insanın ilk başta sahip olduğu sonradan kaybettiği doğayla yakın paylaşım biçimini yeniden keşfedebileceklerini düşünüyorlardı (Veseley, 2014).

Canlı ve cansız nesnelerin bir araya gelmesinden oluşan ve izleyici üstünde sarsıcı bir etki bırak sembollerle gerçekliğin algısını değiştirmeyi amaçlayan Sürrealist sanatçılar, fantastik gerçeklik yaratmak için doğayı kullandılar. Gökyüzü, yeryüzü, su, ağaçlar ve taşlar gibi kozmik simgelerle rüyaları birleştiren Max Ernst, Çalınmış Ayna (The Stolen Mirror) isimli çalışmasında, kısmen insan, kısmen hayvan ve inorganik bedenli sfenk figürlerden oluşan bir kompozisyon yaratmıştır (Şekil 41). Ezoterik geleneğe göre sfenks, geçmişin tüm bilgilerini kapsadığı gibi tüm bilimlerin de bileşimidir (Veseley, 2014).



Şeki 41- Max Ernst, The Stolen Mirror, 1941 (Christie's, 2019)

Rüyayla bilindişinin ortaya çıkmasını sağlayan ve bir anahtar görevi görerek aklın derinliklerine inilmesini sağlayan otomatizm anlayışıyla Andre Breton, doğaçlama yoluyla imgenin özüne ulaşılabilirliğini belirtir (Foster, 2011 s.77). Bu otomatizm, sanatçıların tekniklerine de yansımış “Frotaj” adı verilen, kâğıt ya da tuval üzerine konulan nesnelerin yüzeyine sürülen karakalem ya da boyayla çıkıntıları, yüzeylerini ortaya çıkartan bir uygulamanın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Nesnenin belirsiz formunu yansıtan bu uygulamayla izler göstergeler haline gelirken otomatizm sayesinde bilinçaltı açığa çıkarak raslantısallık sanatçı aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. İnsanın hayatla ve dolayısıyla doğayla olan bağlantısının koptuğuna inanan Sürrealist sanatçılar, başlangıçtan itibaren bu bağın bilinçaltıyla yeniden kurulabileceğine inanmışlardır (Veseley, 2014).

2.3.3 Neo Avangard ve Doğanın Malzeme Olarak Kullanılması

XX. yüzyılın ilk yarısında ortaya çıkan ve “Tarihsel Avangart” olarak adlandırılan dönem II. Dünya Savaşı’nın çıkmasıyla birlikte sekteye uğramış, Avrupalı Avangart sanatçılar savaş nedeniyle New York’a gelerek sanatın merkezini New York’a taşımışlardır. Avrupalı sanatçıları Amerika’ya gelmesiyle birlikte özellikle 1960’larda

etkisini arttıracak disiplinler arası diyalog, radikal ve yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

Dada'nın sanatsal stratejilerini barındıran, hazır nesne, performans, video ya da fotoğraf gibi yeni sanatsal formların etkinliğini gösterdiği bu dönem, sanatta radikal değişimlere ihtiyaç olduğunu düşünen sanatçıların yeni malzeme ve temsil biçimleriyle hayata geçirdikleri Neo Avangart aslında Avangart'ın devamını temsil eder. Eleştirmen Matei Calinescu Modernliğin Beş Yüzü isimli kitabında, Avangart'ın yaşadığı dönüşümü aktarırken popülerleşmiş yapısına dikkat çeker (Calinescu, 2017, s. 133-135). Avangartın yaşadığı dönüşüm, özellikle 1950'lerden sonra kapitalist politikalarla artan ticarileşmiş sanat anlayışına karşı sanatçı stratejilerinde karşımıza çıkmaktadır. Kavramsal Sanat, Pop Art, Fluxus, Minimalizm gibi alt dallara ayrılan Neo Avangart, deneysel sanat formları yaratarak doğal ya da yapay malzemelerle sanatsal düşünce ve eylemi ön plana çıkarttılar.

Düşünce Sanatı olarak da adlandırılan Kavramsal Sanat'la yakın ilişki içerisinde olan ve özellikle Sanayi Devrimi sonrasında insanların doğaya olan bakış açılarını eleştiren, doğa ve doğal kaynaklara olan ilgiyi arttırmak amacıyla 1960'lar ve 1970'lerde ortaya çıkan Arazi Sanatı (Land Art) ekolojik bir harekete dönüşmüştür. Sanat yapma eyleminin ve düşüncenin ön plana çıktığı bu yıllarda sanatçıların ticarileşmiş galeri mekanlarından yeniden doğaya dönmesi biyomimetik yaklaşım açısından deneysel çalışmaların önünü açarak 1990'larda kendisini gösterecek olan Biyo Sanatın önünü açmıştır. İngiltere ve Amerika'da yaygınlaşmaya başlayan Arazi Sanatı, büyük ölçüde doğa içerisinde sanat formları ya da heykeller oluşturulmasını amaçlar (The Art Story, Tarihsiz). Sanatçılar hem geleneksel malzeme biçimlerini reddederken hem de mekân sorgulaması yaparlar. Resim, heykel ve mimari gibi farklı disiplinlerden faydalanan Land Art sanatçıları, genellikle çalışmalarını yaptıkları ve yerleştirildiği alanlarda bulunan mevcut malzemeleri kullandılar. Geleneksel galeri ve müze mekanlarının reddedilmesi Arazi Sanatı pratiğinde etkili bir noktayken aynı zamanda sanat eserinin alınıp satılan bir meta konumunda olmasına da eleştiri getirdiler (The Art Story, 2019).

Minimalist Sanat'tan oldukça etkilenen Arazi Sanatı, doğayla birlikte özellikle formun sadeliğine önem verirken enstelasyon ve performans gibi diğer sanatsal

stratejilerden de yararlandı. Endüstriyel ve kentsel estetiğe karşı tavrıyla birlikte doğal bozulma unsurlarını kullanan sanatçılar güzellik ve estetiğin geçiciliğini vurguladılar. Arazi Sanatı'nın önemli isimlerinden Robert Smithson, Nancy Holt, Robert Morris New Jersey'de keşfedilmemiş, geniş alanlarda enstelasyonlar yaptılar. Projelerin havadan fotoğraf aracılığıyla belgelenmesi sergilerin açılmasına ve daha fazla izleyiciye ulaşmasında etkili olmuştur (Şekil 42). İnsanın yeryüzüyle olan bağlatışına odaklanması nedeniyle kimi zaman Dünya Sanatı (Earth Art) olarak da adlandırılan Arazi Sanatı'nın sanatçıları sanatın sıradan dünyayla olan bağlatışının eksikliğine vurgu yaptılar (The Art Story, 2019).



Şekil 42 – Robert Smithson, Spiral Jetty, 1970 (The Art Story, 2019)

Biçim ve malzemelerin kendi aralarındaki kombinasyonunun basitliğine ve minimalizmine sahip olan Arazi Sanatı gibi 1960'ların sonlarında Güney Avrupa'da ortaya çıkan Arte Povera (Yoksul Sanat), endüstrileşme öncesi dönemlerde kullanılan taş, toprak, dokuma, kâğıt ya da iplik gibi sıradan malzemelerle yerleşik değer yargılarına meydan okudu. Modernist Soyut resme karşı teknolojinin sanat dünyasındaki egemenliğine karşı geçmişin, yerelliğin ve belleğin çağrışımlarını belirgin bir şekilde kullanan sanatçılar, Modernitenin kolektif hafızayı ve geleneği silmekle tehdit ettiğine inanırken aynı zamanda tüketici kültürünün işlenmemiş malzemeleriyle yaptıkları

alışmalarıyla gündeme geldiler. Bilimsel rasyonalizmi reddeden sanatçılar, endüstriyel dönem öncesi saçma, sarsıcı ve komik durumları ucuz ve zayıf materyallerle birleştirerek sergilediler (The Art Story, Tarihsiz) (Şekil 43).



Şekil 43 – Jannis Kounellis, Untitled, 1968 (Tate, 2019)

2.3.4 Çağdaş Sanat ve Ekoloji Politikaları

XX. yüzyılın ikinci yarısından günümüze kadar olan süreç içerisinde değerlendirilebilecek olan Çağdaş Sanat, küreselleşen dünya içerisinde teknolojiyle iç içe geçmiştir. XX. yüzyılda sanatsal malzeme sınırlarına meydan okuyan yönelimler ve kavramların dinamik birleşiminden oluşan Çağdaş Sanat, Neo Avangat Hareket içerisindeki Kavramsal Sanat, Fluxus, Minimalizm, Feminist Sanat, Kinetik Sanat, Beden Sanatı, Pop Art, Arazi Sanatı gibi birçok bileşinin oluşturduğu eklektik bir yapı sergiler. Tek tip bir örgütlenmeye karşı ve “izm”ler olmadan daha geniş bağlamsal çevreleri ilgilendiren kültürel bir diyalogun parçası olan Çağdaş Sanat, kelime anlamı olarak modern kelimesiyle aynı anlama gelmesine rağmen içerik olarak farklı bir yapıyı temsil

eder (Essak, 2019). Modern Sanatın ortaya çıktığı dönemden itibaren tarihsel süreçlerini kapsayan Modern Sanat aynı zamanda çağdaş olanı da temsil etmektedir. Çağdaş olanın tanımındaki farklılık kelimenin içerdiği şimdi ya da son zamanlarda gerçekleşme ifadesi nedeniyle günümüze ilerleyen ve kendinden önceki öğretileride içinde barındıran bir yapı sergiler. Bu nedenle bu bölümde bahsedilen süreçler, Postmodern Dönemle birlikte değişen sanatsal stratejileri kullanan günümüz sanatını temsil etmesi bakımından “çağdaş” başlığı altında değerlendirilecektir (Johnson, 2015).

Sosyolog Nathalie Heinich, Modern ve Çağdaş Sanat arasında yaptığı ayrımın tarihsel olarak kısmen örtüşen iki farklı paradigma olduğundan bahsederken Çağdaş Sanat’ın Modern Sanat’ın temsil kurallarına meydan okuyan yapısına dikkat çeker. Heinich, MARcel Ducamp’ın Çeşme (Pisivar), Gutai Grubunun performansları, Yves Klein’in monogramları, Rober Rauschenberg’in Silinmiş De Kooning (Erased de Kooning) çiziminin Çağdaş Sanat’ın başlangıcı olarak kabul edilmesi gerektiğini savunmuştur (Heinich, 2014, s.284).

1950’lerden itibaren dünyada artan tüketim, ekonominin büyümesi ve yeni teknolojilerin yaygınlaşması, yerel kültürlerin törpülenerek kültürlerin ve görüşlerin bütünleşmesine neden olan Küreselleşme, Postmodern dönemin önemli bir kavramı haline gelmiştir. Bu kavramın, tüm dünyayı birleşik hale getiren yapısı ekonomik, siyasal ve teknolojik olduğu gibi kültürel boyutludur. Özellikle 1980’lerden itibaren uluslararası sınırların ortadan kalkmaya başlaması, müzeler, galeriler ve bianaller aracılığıyla sanatsal sınırların ortadan kalkmasıyla bağlayan kültürel diyalog aynı zamanda sömürge sonrası (Postkolonyalizm) ve kapitalist sistemin çevreye verdiği zararlarında gözler önüne serilmesine neden oldu. Ekolojik sistemlere insan tarafından verilen zarar ve bu zarara dikkat çekmeyi amaçlayan Çağdaş Sanat içerisinde değerlendirilen birçok oluşum, doğa ve çevre konusunda çalışmalarıyla bu duyarlılığın ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Temelinde Neo Avangat içerisinde yer alan Arazi Sanatı, Arte Povera, Sürdürülebilir Sanat (Sustainable Art), Landscape Fotoğraf bulunan Çevre Sanatı (Environmental Art) bu bağlamda değerlendirilmektedir (Kastner, 1998, s.12)

Doğaya tarihsel yaklaşımlarıyla hem politik hem de ekolojik olarak motive edilmiş, resmi kaygılardan evrimleşmiş, heykel malzemesi olarak dünyayı kullanan, karmaşık sosyal ilişkiler, süreçlerle doğaya daha derin bir bakış açısı getirmeyi hedefleyen Çevre Sanatı, ekolojik endişelerle doğa ile doğanın malzemelerinin yeni medya araçlarıyla kullanılmasını kapsayan multidisipliner bir yaklaşımdır (Bower, 2010).

Doğanın gözlemlenmesi temelinde tarihsel süreç içerisinde Paleolitik dönem mağra resimlerine kadar gidebileceğimiz Çevre Sanatı, tarihsel bilinç içerisinde hayvanların, insanların ya da insanlar için önemli olan doğa olaylarının, gözlemlerinin tema olarak kullanıldığı bir alandır. Modernizm döneminde doğaya çıkarak resimlerini doğada yapan ressamın geleneğinin devamı olan Çevre Sanatı, Küreselleşme sonucunda değişen iklim, çevre faktörlerini ele alırken aktivist bir yaklaşımla çevresel politikaların değişmesi konusunda bir baskı unsuru yaratmayı da amaçlar. Amerikalı ressam ve fotoğrafçı olan Diane Burko'nun çalışmaları manzara resmi geleneğinin bir devamı olarak değerlendirilebilir. İskandinavya fiyortları, Hawaii, İtalya ve İzlanda volkanları, Kaliforniya sahili gibi jeolojik ve volkanik değişimlerin gözlemlendiği yerlerde yaptığı çalışmalarıyla iklim değişikliğinin etkileri üzerine çalışmalar yapan Burko, küresel değişimleri tarihsel süreçleriyle ele almaktadır. Karın Politikası (The Politics of Snow) isimli çalışmasında iklim bilimcilerle birlikte kutup bölgelerine giderek bilimadamlarının kullandığı istatistik veriler ve grafikleri hava fotoğraflarıyla birleştirmiştir (Şekil 44) (Artforclimatechange 2019).



Şekil 44. Diane Burko, The Politics of Snow, 2006 (Artforclimatechange,2019)

Çevre Sanatı'ndan farklı olarak ekosistem prensiplerini canlı türlerine ve yaşam alanlarına yayan, işlevsel olarak ekolojik sistemin restorasyonunu öneren, sosyal, aktivist ve toplum temelli müdahaleleri içeren Ekolojik Sanat (Ecological Art), ekosistem koşullarının etkilediği politika, ekonomi, estetik ve etik değerlerle ilgilenmektedir (Weintraub, 2012, s. 13). Tarihsel örneklerine baktığımızda kökleri Neolitik zamana kadar uzanan Ekolojik Sanat'ın ilk örnekleri olarak, 1955 yılında Herbert Bayer'in Çim Höyüğü (Grass Mound), 1962 yılında Joseph Beuys'un Elbe Nehri'ni temizlemek için yaptığı aksiyon, 1965 yılında Hans Haacke'nin doğal elementlerden (su, buhar, ışık, buz) yarattığı heykeller gösterilebilir (Spaid, 2019).

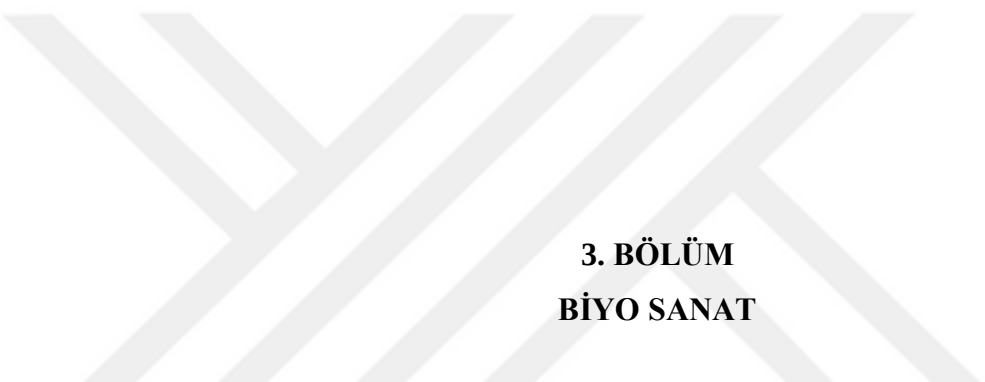
Ekolojik Sanat'ın ilk örneklerinin canlı organizmalar haline gelene kapalı ekosistemler üzerine yapılması zaman içerisinde değişerek doğanın karmaşık kurallarını takip ederek, çevreyle etkileşime giren sürekli olarak değişen ve gelişen yapısını irdeleyen yeni yaklaşımların ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Claes Oldenburg, Christo, Peter Hutchinson, Dennis Oppenheim, Rober Morris, Robert Smithson, Carl Andre, Jan Dibbets ve Richard Long'ın 1969 yılında New York'ta bulunan John Gibson Galeri'de düzenledikleri Ekolojik Sanat Sergisi (Ecological Art Exhibition) daha geniş kitlelere ulaşmasında etkili oldu (Smithsonian, 2019).

Sanat tarihçisi Dr. Barbara Matilsky, Ekolojik Sanatı, etik temelleri nedeniyle Çevre Sanatı'ndan ayırırken ekolojik sistemleri fiziksel olarak yaratıcılık stratejisi olarak kullanan sanatçıların sanat ve sürdürülebilirlik konusunda etkili olduklarını belirtir (Howard, 2013, s.200). Ekoloji konusunda çalışan sanatçıların, ekolojik sistemlerin fiziksel, biyolojik, kültürel, politik ve tarihsel yönleri üzerine bir ilişki ağının çerçevesinde çalışırken rüzgar, su veya güneş ışığı gibi çevresel güçlerle etkileşime giren çalışmalar ortaya koydukları gözlemlenir. Hasar almış ortamların geri kazanımı ve çevresel konularda hakları bilgilendirme amacıyla sürdürülebilir ve iyileştirilebilir projeler önemli bir konumdadır. Bu nedenle peyzaj mimarı, şehir planlamacısı, çevre bilimcisi gibi multidisipliner yapısı olan Ekolojik Sanat, Antroposen Dönem olarak adlandırılan ve insanoğlunun geri dönüşümü imkansız izlerini yeni çözüm yöntemleriyle azaltmaya çalışan bir yaklaşım sürdürmektedir.

1974 yılında Fransız Feminist Françoise d'Eaubonne tarafından ortaya atılan ve kadınlar ve doğa arasındaki bağlantıya odaklanan Ekolojik Feminizm, cinsiyetler arasındaki eşitlikçi ilkeleri, ataerkil olmayan ve doğrusal olmayan yapıların yeniden değerlendirilmesi üzerine kurulu, organik süreçlere saygı gösteren bir dünya görüşü olarak ortaya atıldı (Miles, 2019). Ataerkil toplumların hem doğaya hem de kadınlara nasıl muamele ettiğini vurgulayan Ekofeminizm, toplumsal normların kadınlara ve doğaya haksız hakimiyet kurma biçimlerini göstermek için cinsiyet kategorilerini incelerler. İnsanlığın doğal dünyaya bağımlılığını tanıyan ve tüm hayatı değerli olarak kucaklayan alternatif bir dünya görüşü olarak değerlendirilen Ekolojik Feminizm, 1980'lerden itibaren akademi çevresinde genişleyerek etkinliğini arttırdı.

İnanç sistemlerinin yeryüzünün sömürücü kullanımına ve kadınların daga fazla baskı altına alınmasına meydan okuyan Ekofeministler, sanat alanında da etkili olmaya başladılar. 1996'da Kadın Çevre Sanatı Rehberi (The Women Environmental Artists Directory (WEAD)), Çevre Sanatı ve Ekofeminist Hareketin sanat dünyasındaki önemli yansımalarını bir araya getirmiştir. Jo Hansen ve Susan Leibovitz tarafından başlatılan oluşumda Marina DeBris, Agnes Denes, Helene Aylon, Betty Beaumont, Jackie Brookner, Betsy Damon gibi kadın sanatçılar yer almaktadır (Wikipedia, 2019).

Çağdaş Sanat ve ekoloji politikalarının çevresel aktivizm ve postkolonyal dönem sonrasında yaşanan küreselleşme bağlamında kesişimi eko estetik duyarlılıkların artmasında etkili olmuştur. Son yıllarda özellikle Kuzey Kutbu, Nijerya, Bangladeş, Endonezya, Avrupa ve Meksika gibi çeşitli jeopolitik alanlarda kendini gösteren ekoestetik duyarlılıklar, ırk, sınıf, cinsiyet ve coğrafya ayrımı yapılmadan daha demokratik bir siyasi yapıyla ortaklaşa yürütülecek biyopolitik yaklaşımları hedeflemektedir. Doğanın finansallaşması ve Neoliberal politikalara karşı yenilikçi sanat ve ekoloji araştırmalarıyla birlikte web siteleri, belgesel filmler, protesto etkinlikleri, akademik araştırmalar, siyasi forumlar ve medya aktivizimi gibi pratiklerle sorunu kavramsallaştırmayı ve yenilikçi yollarla çözüm bulmayı amaçlamaktadır (Demos, 2013, s.1-9)



3. BÖLÜM

BİYO SANAT

3. BÖLÜM

BİYO SANAT

Biyolojik bilimlerin görsel sanatlar üzerindeki etkisi insanlık tarihinin başından bu yana gözlemlenmektedir. Mağara resimlerinden başlayarak hayatımızdaki yerini ve güçlü varlığını göstermeye başlamış olan doğa hem ifade edilecek konular bakımından hem de ifade etme araçları üzerinde bir kaynak olarak hayatlarımızda daha en başından beri bulunmaktadır. Günümüzde kültürel ifade ihtiyaçlarına cevap veren ve uluslararası bir sanat hareketi olarak günden güne etkisini arttırarak gelişen Biyo Sanat ile birlikte sanat stüdyolar ve galerilerden çıkıp artık laboratuvarlarda da gelişen bir ifade türü haline gelmiştir (Myers, 2015, s. 1-10). İçinde bulunduğumuz biyolojik çağda doğanın canlı kütüphanesini ve sanatı birleştiren ve teknolojik gelişmelerden ilham alan biyo sanat bir güncel sanat yorumudur. Alışılmışın dışında malzeme ve medya kullanımlarıyla ağırlıklı olarak insan – doğa – çevre ilişkisi temaları üzerinde çalışmalar üreten bu sanat türünde yaşadığımız antroposen³⁶ dönemin getirisi olan değişim ve dönüşümün sebep olduğu kitlesel yok oluşlar, çevresel tahribat, benliğin yeni tanımlamaları, kimlik ve bilinç krizlerine değinilirken sanatçılar ‘benliğin yeni tanımlamalarıyla da ilgilenir (Atıl & Özgür, 2018).

“‘Yaşam’ birçok yönden anlaşılabilir olsa da canlı organizmalar karbon temellidir ve kaba hatlarıyla doğum veya nesil, üreme veya çoğalma veya ölüm olasılığı ve ölüm olarak özetlenebilen bir süreçten geçer. Biyolojik bakış açısından ise canlı organizmalar genetik yapıları, formları, metabolizmaları, büyümeleri, üremeleri ve uyaranlara tepkileri düzeyinde düşünülür. Sosyal veya çevresel bağlamda ele alındığındaysa, öznelliği, bilişi, sembiyozu (ortak yaşam), iletişimi, kültürel kalıpları ve çevre ile etkileşimi göz önünde bulundurmak gerekir, bunların hepsi biyo-sanat için ilgi çekicidir.” (Kac, Signs of Life, 2007, s. 19)

Bu bölümde biyo sanat üzerine verilecek örneklerin yanı sıra biyo sanatın tarihsel süreci ve mihenk taşı kabul edilen eserleri incelenecektir. Tüm sanat eserlerinde olduğu gibi toplumsal olayları, gelişim ve dönüşümleri takip eden eserler üreten bu yeni

³⁶ **Antroposen;** insanoğlunun dünyaya olan etkisinin en üst düzeye çıktığı Sanayi Devrimi'nden bugüne olan süreç ve devam edecek bu duruma İnsan Çağı da denen döneme verilen isim. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Antroposen> Erişim 20 Aralık 2019.

Çağdaş Sanat dalı da diğer birçok eser gibi sanatçıların bir ‘durum ve yorum bildirisi’ yapması eylemidir. Çevrelerinde nelerin olup bittiğiyle şekil alan sanatçılar biyo akımla beraber antroposen dönemin getirilerinin üzerine düşünmeye ve dikkat çekmeye başlamışlardır. Jessica M. Pasko yayınladığı bir makalede Biyo Sanat üzerine yapılan çalışmaların çoğunun, sosyal yansıma eğiliminde olduğunu belirterek sanatsal ve bilimsel süreçlerin birleşimi haline geldiğini aktarır (Pasko, 2007). Biyo Sanatçı Adam Zaretsky’de Biyo Sanat’ı bireylerle, insan kültürüyle ve yaşayan dünyanın geri kalanıyla nasıl bir araya geldiğimize bakmanın bir yolu olarak tanımlar ve Jessica M. Pasco’nun yaşamın bir parçası olduğu fikrini doğrular (Pasko, 2007).

3.1 Biyo Sanatın Ortaya Çıkışı ve İlk Yaklaşımlar

İnsanların canlı dokular, bakteriler, canlı organizmalar ve yaşam süreçleriyle çalıştığı bir sanat pratiği olan Biyo Sanat, genetik mühendisliği, doku kültürü ve klonlama gibi bilimsel süreçleri kullanarak sanat eserlerini laboratuvarlarda, galerilerde ya da sanatçı stüdyolarında üretir (Pentecost, 2008 s.110). Biyo Sanat’ın kapsamı bazı sanatçılar tarafından canlı formlarla sınırlandırılırken diğer sanatçılar tarafından da çağdaş tıp ve biyolojik araştırmaların görüntülerini kullanarak genişletilir.

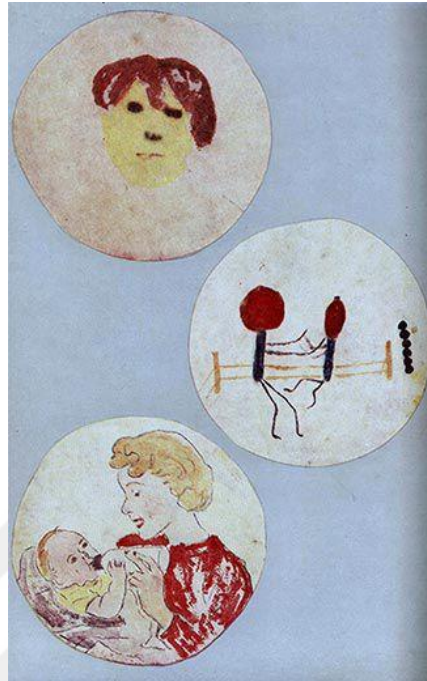
Biyo Sanat’ın teknoloji, bilim, doğa ve insan arasındaki ilişkilerle şekillenmesi sanatçıların Postmodern süreçle birlikte farklı disiplinlerle çalışma imkanını bulmasından sonra hızlanmıştır. Sanatçıların biyoteknolojik gelişmeler yanında sentetik biyoloji ve biyo tasarım arasındaki ilişkilere de bağlıdır (Rodomska, 2016 s.29). Yeni bir sanatsal araç olan Biyo Sanat, biyoloji ve tıp bilimini sanatın içine dahil ederek laboratuvarı kullanarak sanatın mekanını bilimin merkezine taşır. Canlı materyallerin kullanılmasını hayatın yeniden şekillendirilmesi olarak değerlendiren küratör ve sanat tarihçisi William Myers, biyolojik canlının salt varlığının bile sanat nesnesi olabileceğini belirtir (Myers, 2015 s.54).

3.1.1 Alexander Fleming

Biyo sanatı her ne kadar çağdaş sanat alanı olarak betimliyor olsak da aslında çok daha öncelerde varlığını göstermeye başlamıştır. Alexander Fleming bilimsel çalışmalar yapmasının yanı sıra amatör olarak sulu boya eserler yapmaktaydı. Tekniği konusunda alışılmadık bir deneysel çalışmayla farklı bakteri türlerini kullanarak kağıtlar ve petri kaplarında genellikle figür çizimleri yapmaktaydı (Patowary, 2017). Petri kabını jelatine benzer bir yapıda olan bazı deniz yosunlarından elde edilen koyulaştırıcı bir madde olan agar ile dolduran Fleming, tel benzeri bir alet ile jelin her katmanına farklı bir pigmente sahip bakterileri yerleştirerek eserinde kullandığı tüm bakterilerin aynı anda olgunlaşmasını sağlayarak resimler yapıyordu (Şekil 45). Eserlerinden birinde enjekte ettiği stafilokok basili³⁷ kolonilerinin etrafında Penisilin mantarını farketmesiyle başlayan keşif sürecinde Fleming mantarın sebep olduğu etkileri ve oluşturduğu bileşenleri gözlemlemiştir (The Scope, 2018).

Penisilin mantarı bilim dünyası için yeni bir keşif değildi ancak Fleming mukusun bu bakteriyi öldürebildiğini keşfederek sanat eseri sayesinde bilimsel bir keşfe imza atmış oldu (Wikipedia, Tarihsiz). 1928’de mikroplarla yapılmış Germ Paintings (Mikrop Resimleri) çalışmalarıyla Penisilin’i keşfederek sağlık alanında önemli bir gelişmeye sebep oldu ve bir bakıma sanatsal amaçla yaşam malzemelerini modifiye etme konusunda ilk adım atılmış oldu (Patowary, 2017).

³⁷ Staphylococcus’lar Eubacteriales takımının Micrococcaceae familyasına bağlı bakterilerdir. Doğada çok yaygın olarak bulunurlar. İnsan ve hayvanlarda farklı klinik tablolarla seyreden hastalıklara neden olurlar.
<http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF5F0C38A962B939A9> Erişim 20 Aralık 2019



Şekil 45- Alexander Fleming, Germ Paintings, 1928 (Polanco, Masa, 2018)

3.1.2 Edward Steichen

XX. yüzyılın önemli fotoğrafçılarından küratör, ressam ve aynı zamanda profesyonel bir botanikçi olan Edward Steichen, Biyo Sanat'ın ortaya çıkmasındaki önemli dönüm noktalarından birine imzasını atmıştır. Delphinium isimli bitki üzerinde yaptığı kimyasal müdahalelerle yeni bir canlı organizma yaratan Steichen, Biyo Sanat için önemi bir örneğe imza atmıştır (Şekil 46) (Coohill, 2010, s. 30-35).

Delphinium çalışmasıyla Steichen, yapay olarak kimyasal müdahalelerle seçim ve melezleme yöntemiyle yeni bir canlı türü yaratırken fotoğrafta olduğu gibi orijinal bir tür yaratmış oldu. 1936 yılından MoMA (The Museum of Modern Art)'da açtığı sergisiyle ürettiği türü canlı olarak sergileyen Steichen, genetik ve biyolojik manipülasyonun sanatsal bir ifade yöntemi olarak kullanılmasının önünü açmıştır (Kac, Signs of Life, 2007, s. 11)



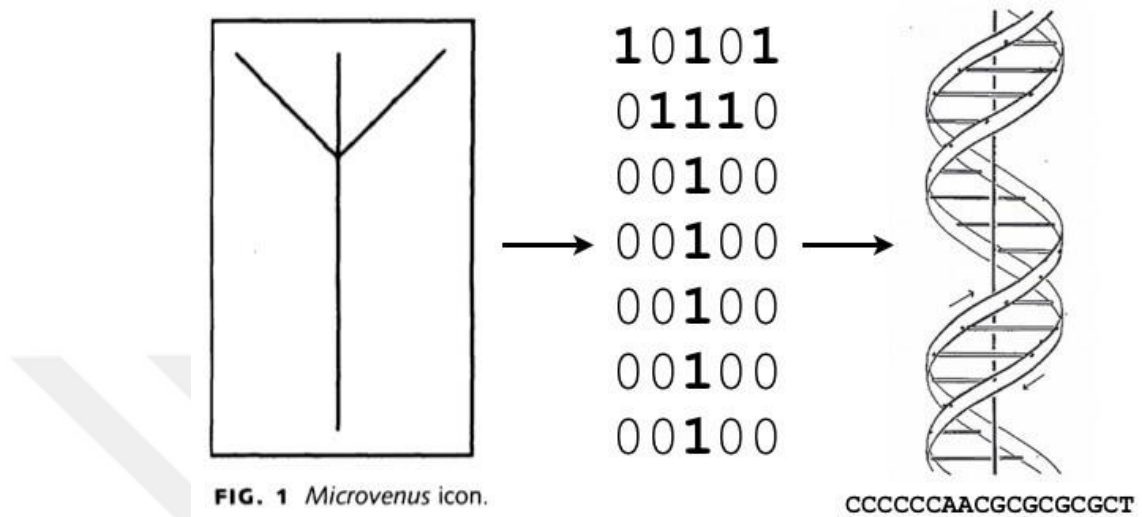
Şekil 46- Edward Steichen, Edward Steichen'in Hezarenleri, 1936 (MoMA, 2019)

3.1.3 Joe Davis

Bugün MIT Biyoloji Bölümünde bir araştırma ortağı olan, araştırma ve sanatını moleküler biyoloji, biyo-enformatik heykel alanlarında yürüten Joe Davis, 1985-86 yıllarında bu yeni sanat disiplininde bir çalışmaya imza atarak “Mikrovenus” çalışmasını yapmıştır (Şekil 47) (Cell Press, 2015). Eserinde, E. Koli bakterisine yaşam ve kadınlık sembolünü kodlamak için genetik üzerine çalışmalar yapan Dana Boyd ile iş birliği yapmıştır (Clot Magazine, 2017). Davis eserinin dünyadışı bir yaşam formunun eline geçmesi amacıyla hazırlanan Pioneer plakette bir karşılık vermesini amaçlamıştı. Plaketler dünyanın güneş sistemi ve galaksideki yerini, uzay aracının yörüngesini ve insan anatomisinin detaylarını içermekteydi (Genetics and Culture, 2019).

Kadın cinsel organını temsil eden kodlanmış bir görsel simge olan Mikrovenüs, aynı zamanda hayat ve kadını sembolize eden antik bir Germen sembolüdür (Reder, 2016). “Microvenüs, derin uzaya gönderilen radyo mesajlarının sansürünü protesto eden bir proje olarak tasarlanır. Ancak Davis'in düşüncesi, insan genomunu sert bir bakteri çeperine koymak ve uzayın derinliklerine göndermektir. Davis'e göre B. Subtilis sporları uzayda sonsuza kadar yaşayabileceklerdir (Hussain, 2000).

Joe Davis'in çalışmaları Biyo medyanın yaratıcı potansiyelinin kültür ve semiyotik ile ilişkisini konu alır (Clot Magazine, 2017).



Şekil 47- Joe Davis, Microvenus, 1986 (Nadis, 2013)

3.2 Postmodern Süreç İçerisinde Biyo Sanat

XX. yüzyılın ortalarından sonlarına doğru felsefe, sanat ve mimaride gelişen Postmodernizm, toplumsal, politik ve ekonomik değişimlerin sonucunda Modernizm sonrası olarak adlandırılan, çok kültürlü bir bakış açısına sahip yeni düşünce biçimlerini ifade eden bir terim olarak karşımıza çıkıyor. Modernizmi ideolojik olarak eleştiren, kültürel kırılmalar ve çoğulcu yaklaşımların kendini gösterdiği Postmodernizm, Aydınlanma rasyonalitesinin çeşitli varsayımlarını sorgulayan şüpheci, büyük ideolojileri reddeden, ironi barındıran, sosyal ilerleme, akıl, bilim, insan doğası, hakikat gibi evrensel kavramları içinde barındırır (Nuyen, 1992, s.183-194).

1980'ler ve 1990'larda yapılan kültürel çalışmalar, bilim felsefesi, dilbilimi, mimari, feminist teori ve gözlemlenen Postmodernizm etkisini sanat alanında da

hissettirmiştir. Multidisipliner yaklaşımları barındıran, fotoğraf, video, enstelasyon, kendine mal etme (appropriation), Kavramsal Sanat ve popüler kültürü sanatsal strateji olarak kullanan Postmodern Sanat, bilim dallarıyla da yakın ilişki içerisinde hareket ederek farklı medyaların kullanılmasını sağlamıştır. (Pergum, 2000, s.2-3)

3.2.1 Viyana Aksiyoncuları

Biyolojik materyallerin kullanımı, bedenin sanatta tuval olarak kullanımı ya da bedensel maddelerin kullanımını gösteren diğer bir örnek olarak 1960'lı yıllarda avangard bir sanat hareketi olarak ortaya çıkan Viyana Aksiyonculuğu bedene yönelik sado-mazoşist tavırlarıyla döneme damgasını vurmuştur (Seserko, 2010, s. 24-40). XX. yüzyılın başlarından kalma Avusturya avangardının figürlerinden esinlenen ve burjuva toplumuna radikal bir muhalefetten beslenen Viyana Aksiyonistleri, sanatçıların ve modellerinin merkez aldığı güçlü, grafik performanslar oluşturmak için geleneksel sınırları aşmıştır (Karasz, 2015). Ritüel performanslar, cinsellik, ahlaki tabular, iğrenme gibi şok etkisi yaratacak konularıyla birlikte genellikle çıplaklık içeren müstehcen eserlerde kan ve dışkı gibi organik materyallerin kullanımına yer veren sanatçılar, boya yerine kan, idrar, süt ve bağırsak gibi organik maddeler kullanarak tuval yerine, çıplak bedenleri dikkatlice kontrol ettikleri performanslarla izleyiciyi şoke etmeyi amaçladılar (The Art Story, 2019). Sanatçıların ve izleyicilerin bu tip performanslarla bastırılmış şiddet ve şehvet duygularından arındıkları düşüncesi benimsenmiştir.

Viyana Aksiyonistlerinin dışavurumcu yaklaşımları Jacson Pollock'un bedensel eylemleriyle gerçekleştirdiği Action Painting (Aksiyon Resimleri) çağrışırsa da, beden sıvıları ve beden parçalarını kullanarak Katolik Ayinlerinin birer parodisini gerçekleştirdiler. Hermann Nitch'in gerçekleştirdiği performanslarda idrar, kan, dışkı sergilenen mekanda izleyicilerin gözleri önünde sanatçıların bedenlerini ritüelin bir parçası haline getirilmesini sağlıyordu. Aynı şekilde kendi bedeniyle çalışan Gina Payne, eserlerinde kullanmak için düzenli olarak kendini keserken Andy Warhol'da Oxidation

serisinde soyut desenler ortaya çıkartmak için tuval üzerine idrarını bırakıyordu (Artsy, 2019).

Viyana Akisyoncuları kurucu üyelerinden Hermann Nitsch'in 2010 yılındaki VICE röportajında performanslarını beş duyuyla da deneyimlenebilecek, böylece sanatsal bir sentez olan bir sanat anlayışı olarak tanımlamıştır (Nitsch, 2010). Viyana Akisyoncularıyla birlikte sanat dünyası bedensel “organik” çıktılarının kullanımı üzerine çalışmalar yaparken ortaya çıkan sansasyonel eserler bir yana eserler yeni avangard bir malzemeyi de eserlerine eklemiş oldular.

3.2.2 Andy Warhol

Andy Warhol'un 1977-78 yıllarındaki The Piss, Oxidation and Cum (İdrar, Oksidasyon ve Meni) adlı eserler serisinde astarlanan tuvallere idrarın ya da meni damlatılması soyut görüntülerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Oxidation (Oksidasyon) adlı resimler bakır veya altın renkli boya ile zemin hazırlanmış tuvallere idrarın damlatılması ve dökülmesiyle yapılmış ve son olarak Cum (Meni) adlı eseri de meninin astarlanmış tuvallere damlatılarak ve dökülerek yapılmıştır (Şekil 48) (Artspace, 2018).



Şekil 48- Andy Warhol, The Cum, The Oxidation, 1977–78

3.3 Antroposen Dönemde Biyo Sanat ve Malzeme Biçimleri

Dünyanın jeolojisi ve ekosistemleri üzerinde insan etkisinin arttığı Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar olan süreci adlandırmak amacıyla kullanılan İnsan Çağı anlamına gelen Antroposen Dönem, bilim insanları için geri dönülmez bir değişimin ortaya çıktığı dönemi temsil eder (Borenstein, 2014). Yeni bir kavram olarak kullanılan Antroposen Dönem, Tarım Devrimi'nin başlangıcından 1960'lara kadar uzanan çeşitli başlangıç tarihleri önerilmiş ancak 1950'lerde atom bombasının testiyle sonuçlanan radyonüklid serpintisinin başlangıç olarak kabul edilmesi tercih edilmiştir. (Subramanian 2019).

Antroposen kavramına felsefe, edebiyat ve sanat gibi alanlardan yaklaşıldığında hümanist sorgulamalarla sonu gelen doğaya, ekolojik sorunlara, medeniyetlerin sonu ve sistematik eşitsizliklerin gözardı edilerek insan türüne aşırı odaklanılmasını eleştiren yaklaşımlar dikkat çeker (Brannnen, 2019).

3.3.1 Kaynak Kıtlığı Sorunu İçin Organik Malzeme Geliştirme ve Dönüştürme

Biyo-sanat tanımı oldukça geniş sınırlara sahiptir. Doku kültürü mühendisliği ve biyo robotik projeleriyle Stelarc'tan, transgenetik sanat eserleriyle Eduardo Kac'tan, bedensel sanattaki eserleriyle Orlan'dan, bakteri sanatındaki eserleriyle Anna Dumitriu'ya, genotip ve fenotip programlamalarıyla Martha de Menezes'e kadar oldukça geniş bir yelpazede eserler üreten sanatçılar için mesele 'yaşam'dır. Bir bakıma yaşam değişimlerinin bir semptomudur denilebilir.

Gelişen dünyada insanoğlunun minimal oranda yaşamakta olduğu ancak er ya da geç 'gerçek' anlamda yüzleşeceği sorunlardan birisi üretim ve tüketim problemleri olacaktır. İktisat profesörü Beşir Hamitoğulları'na göre yaşanan / yaşanacak kıtlık üç temel sebep altında toplanabilir; üretim öğelerine bağlı nedenler, iktisadi/sosyal sisteme bağlı nedenler, gelir dağılımına bağlı nedenler (Çelik, 2011, s. 3). Sebep her ne olursa

olsun biyo sanatçılar da biyomimikri üzerine çalışan tasarımcılar gibi doğadan zarar vererek koparılmış her türlü kaynağa ve gelecekte yaşamamızın muhtemel olduğu sorunlara dikkat çekmek ve çözümler üretmek amacıyla kimi zaman ütöpik kimi zaman henüz insanoğlunun alışmadığı projeler, fikirler, tartışmalar ve çözümler ortaya koymaktadır. Oron Catts ve Ionat Zurr öncülüğünde yürütölen Doku Kültürü ve Sanat Projesi kapsamında ortaya çıkarılan eserler de üretim ve tüketim çözümlerine odaklanırken yeni önerileriyle hem eleştirel fikirlerini ortaya koymakta hem de gelecek için olası üretim senaryolarına katkıda bulunmaktadır.

3.3.1.1 Oron Catts ve Ionat Zurr

Oron Catts ve Ionat Zurr ortaklığıyla “Doku Kültürü ve Sanat” (Tissue Culture & Art Project) projesi adıyla kısa adıyla TC&A Projesi doku ve doku teknolojilerinin sanatsal bir medya olarak kullanılması konusuna dikkat çekilmektedir. Projede laboratuvarıda yetiştirilen yiyecekler, doku kültürlü giysiler, yarı yaşayan heykeller ve insanlar ile insan olmayanlar arasındaki değışen ilişki ele alınmıştır (Catts & Zurr, 1996). Proje biyolojik maddeye müdehale edilerek manipöle edilmesi yoluyla sanat eseri oluşturulması yönüyle zamanın çığır açan projelerden biri olmuştur. 1996’dan bu yana yarı canlı organizmalar üzerinde çalışmalar yapmakta olan ekipten Oron Catts endüstriyel tasarımcı, Ionat Zurr ise bir fotoğrafçıdır. Projeleri izleyicilerin yaşam, kimlik ve insanın diğler canlılar ve çevre ile ilgili konumunu algılamasını sorgulamaya yönlendirir (RMIT University, Tarihsiz). Projenin kendi web sayfasındaki sanatçıların açıklamalara göre; “TC&A Projesi yarı-yaşam terimini, laboratuvarıda ortaya çıkan yeni bir yaşam kategorisini tanımlamak için kullanılmıştır” (Catts & Zurr, 1996). TC&A büyürken, bilimsel araştırmacılarından başlangıç dokusu elde eder ve dokuları almak için hayvanları biyopsi yapmamaktadır (Vaage, 2016). “Yarı yaşam; organizmalardan izole edilmiş ve önceden belirlenmiş şekillerde büyümeye zorlanan hücreler ve dokulardır. Yarı yaşam hayatın bazı özelliklerine sahipken, hayatta kalmak için çok sayıda laboratuvar teknolojisine ve insan müdahalesine ihtiyaç duyar” (Catts & Zurr, 1996). Bilimsel araştırmalar kapsamında mevcut doku örnekleri kullanması bakımından hücresel seviyede sorumluluk alarak etik kurallar dahilinde hareket etmiş olurlar denilebilir. Burada problem; ökaryotik hücrelerin doku kültürü için en etkili büyüme takviyesi olarak

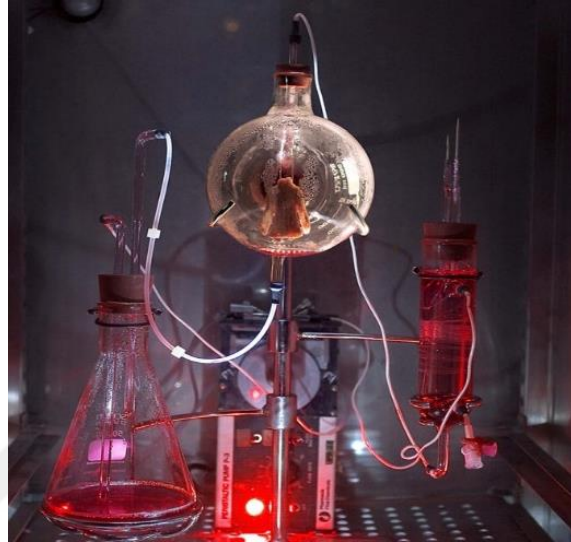
fetal sığır serumunun ³⁸(FBS) kullanılmasıdır. “TC&A’nın FBS’yi kullanması, sanatta biyoteknolojik hayvan ürünlerinin kullanımının ahlaki olarak savunulabilir olup olmadığı sorusunu davet etmektedir.” (Vaage, 2016) Bu kreasyonlar, köklü yaşam ve kimlik algılarını, benlik kavramlarını ve insanın diğer canlılar ve çevre ile ilgili konumunu sorgulayan somut örneklerdir. Projenin öncelikli amacı, yarı canlılığın felsefi, kültürel ve etik etkilerini ve bize sundukları tartışılabilir gelecek senaryolarını incelemektir (Catts & Zurr, 1996).

Projelerinin “hayatta kalmaları” için gerekli olan optimal ortam gereksinimleri olduğundan (örneğin: ısı, besin, vb.) Catts ve Zurr bir dizi enstalasyon ve performans protokollerinin de uygulanmasının önünü açmıştır. Galeri bu uygulamalar sebebiyle teknolojik ve bilimsel elemanlar ile dolu bir laboratuvar haline gelirken izleyicilerin gördükleri “yeni” sanat eserleri karşısında akıllarının karşıması da olağan bir durum haline gelmektedir. Zurr’un kelimeleriyle; “Biyoteknoloji ile, gerçekleştiğini gördüğümüz şey, kimerik kimlikler herhangi bir taksonomik düzene uymadığından, kategorilerin yıkılmasıdır.” (Catts & Zurr, 1996)

TC&A Projesi kapsamında yapılan onlarca projeden biri olan 2004 tarihli Victimless Leather (Mağduriyetsiz Deri) projesi "teknolojik bir beden" içinde yetişen dikişsiz deri ceket için prototiptir (Şekil 49). Minyatür dikişsiz bir 'ceket' şeklinde biyobozunur bir polimer matrisindeki ölümsüzleştirilmiş hücre çizgilerinden yetiştirilen Victimless Leather, laboratuvarında yetiştirilen ‘derinin’ geleceğini araştırmaktadır (Catts & Zurr, Victimless Leather, 2004). The Economist’te eser hakkında yazılan bir makalede ceketin, bilimin bir hayvanın onları üretmesi için ölme ihtiyacını ortadan kaldırarak deri ya da kürk takma / giyme ya da et yemeye dair etik rahatsızlıklara son verebileceği umudunu vermekte olduğunu söylemektedir. (The Economist, 2008) Proje tüketici ürünlerini geliştirmek için doku mühendisliği kullanmanın gelecekteki sonuçlarını ve potansiyellerini araştırmaktadır. “İçerdiği tüm malzeme atıkları göz önüne alındığında,

³⁸ **FBS**; kasaplık ineklerin rahiminden alınan cenin buzağı kanından üretilen et endüstrisinin bir yan ürünüdür. <https://slate.com/technology/2017/07/the-gruesome-truth-about-lab-grown-meat.html>
Erişim 12 Aralık 2019

Victimless Leather, laboratuvarda yetiştirilen malzemelerin gerçekten “kurbansız bir ütopya” yaklaşabileceği fikrini sorguluyor.” (Catts & Zurr, Victimless Leather, 2004)



Şekil 49- Oron Catts, Ionat Zurr, Victimless Leather, 2004 (Catts & Zurr, Victimless Leather, 2004)

3.3.1.2 Maja Smrekar

Sanat, teknoloji ve biyoloji arasındaki kesişimler üzerinde çalışan Portekizli sanatçı Maja Smrekar 2012 yılında Human Molecular Colonization Capacity (İnsan Moleküler Kolonizasyon Kapasitesi) kısaca Hu.M.C.C adını verdiği projesiyle gelecek yıllarda yaşanacak kaynak kıtlığının gıda üretim süreçlerine baskısı sebebiyle biyoteknolojik çözümler üzerine daha fazla çalışılması gerekliliğine dikkat çeker (Myers, 2015 s.38-41). Smrekar; “Küresel nüfus artışıyla ters yönde azalan üretim kapasitesinin düşük olması nedeniyle, gelecekte gıda fiyatları yükselecek. Gıda endüstrisi, sentetik biyoloji ve biyoteknoloji alanlarında gelecekteki gıda üretimi için yeni olasılıklar ve alternatif kapasiteler araştırıyor (Lorenzo, 2015 s.51)” sözleriyle alışılmadık çözüm önerisi sunan projesinde sanatçı gıda üretiminde “insan”ın bir kaynak olarak kullanılabileceğini önerir ve bunu destekleyen bir ‘gıda’ olan Maya YogHurt’u (Maya Yoğurt) üretir (Şekil 50).

Sanatçının DNA'sının maya geniyle birleşmesini sentetik olarak değiştirilip laktik asit üreten bir mikroorganizma yaratılması ile yoğurt mayalayan proje; biyoteknolojiyle kıtlık çözümü önerisinin haricinde ekolojik felaket korkusunun bir ucunun yamyamlığa dokunarak "Soylent Green"³⁹ paradigmasına atıfta bulunan bir yanı bulunmaktadır. Cyberarts 2013 kapsamında sanatçı tarafından hazırlanan videoda belirtildiği üzere; şirketler aslında insanları kendi yaşamlarını sürdürmeye devam etmek için kullanmakta ve insanlar aynı anda bu ürünler için özlem duymaktadırlar (Hu.M.C.C. - Human Molecular Colonization Capacity, 2012).

Maya YogHurt ürünleri grafik anlamda market ürünlerinden farksız şekilde iyi bir görsel dil kullanılarak hazırlanmış ve tüketiciye yönelik tasarlanan ambalajla da "market" raflarında dikkat çekebilmesi hedeflenmiştir. Eserin sergisinde yoğurtların içerisinde zararlı bir madde olmadığını gösteren testler sonrasında katılımcıların bir rıza formu imzalayarak yoğurdu tatmalarına izin verilmiştir (Myers, 2015, s. 38-41). Petrol, gaz, gıda ve su kaynaklarımızı tüketen Homo sapiens'in şu anda gezegendeki en büyük istilacı tür olduğunu belirten Smekar, insanın, pek çok organizmanın hayatta kalma nişleri üzerinde durduğunu, ekosistem dinamikleri içinde yer alan birçok türü yok etmekte olduğunu belirtir (Smrekar, Post- Anthropocenetric Art. An Interview With Maja Smrekar, 2006). İnsan kaynaklı ürünler henüz ticari olarak satılmasa da ilerleyen yıllarda kaynak kıtlığının getirileri sonucunda gıda üretiminde ne gibi değişimler olacağı ve tüketicilerin ne gibi değişikliklere maruz kalarak kendi alışkanlıklarını değiştirip değiştirmeyecekleri henüz cevabı bilinmeyen bir soru olarak gören sanatçı, Biyomimetik ve sanatın buluştuğu, sanat ve tasarım arasındaki çizgilerin silikleştiği çağımızda Janine Benyus'un biyomimikri üzerine olan kitabında anlattığı gibi hala ekolojik yasalara bağlı olduğumuzu göstermektedir. Bu yasaların en kat'î olanı, herhangi bir türün tüm kaynakların boşluğunu asla tek başına kapatamayacak olması. Bu kanunu görmezden

³⁹ Richard Fleischer tarafından yönetilen 1973 yapımı Amerikan distopya gerilim filmidir. Zengin bir iş adamının cinayet soruşturması ve sera etkisi nedeniyle ölen okyanusların ve yıl boyunca nemin yaşandığı bir distopya; kirlilik, yoksulluk, aşırı nüfus, ötanazi ve tükenmiş kaynaklardan muzdarip bir geleceği konu alır. Bir firmanın kıtlığa karşı ürettiği gıdanın adıdır ve isim "soya" ve "mercimek" kombinasyonundan gelmekle birlikte içeriğinde 'insan' bulunmaktadır. <http://www.bevazperde.com/filmler/film-300/> Erişim 20 Aralık 2019

gelen herhangi bir tür kendi yayılımını engellediği gibi toplumuna da zarar verir. Ne yazık ki burada bahsi geçen tür bizleriz.” (Benyus, 1998, s. 5)



Şekil 50- Maja Smrekar, Hu.M.C.C- Maya YogHurt, 2012 (Maja Smrekar, 2012)

AT&T araştırma başkan yardımcısı Braden R. Allenby, yakın geçmişe objektif bir gözle bakıldığında Endüstriyel devrimin sürdürülebilir olmadığını ve şu anda yaptığımız gibi malzeme ve kaynakları kullanmaya devam edemeyeceğimizi belirtir. Gelecekteki insan kaynaklı olarak bilinçsizce sürdürülebilir olmayan çözüm yollarına devam etmemiz halinde oluşacak yıkım ve kısıma bir çözüm bulunması gerekliliğinin de altını çizer (Benyus, 1998, s. 238).

3.3.1.3 Carol Collet

Londra Saint Martins Central’da bulunan Design & Living Systems Lab (Tasarım ve Yaşayan Sistemler Laboratuvarı) yöneticisi, tasarımcı ve araştırmacı Carol Collet’de antroposen dönemin nihai sonucu olarak gelecek yıllar içerisinde muhtemelen yaşanacak iklim değişikliği ve kaynak kıtlığı konusu üzerine sentetik biyolojinin sunduğu olasılıklar üzerine bitki yaşamı üzerinde çalışmalar yapmaktadır (UAL, Tarihsiz). Sanayi döngüsünde üretimin “biyo üretime” dönmesiyle sorunların büyük çoğunluğunun çözüleceğine inanan Collet BioLace (BiyoDantel) ve Future Hybrids (Geleceğin Hibritleri) projeleriyle geleceğe dair öneriler sunar. Collet projenin amacının, ortaya çıkmakta olan canlı teknolojilerinin potansiyelini ortaya çıkarmak ve bu tür aşırı genetik

mühendisliğin artılarını ve eksilerini sorgulamak” olduğunu söylemektedir (Myers, 2015 s.62-63).

2012 yılı projesi olan BioLace kapsamındaki Basil No.5 (Fesleğen No:5) ile antiviral bileşikler ile güçlendirilmiş kokulu dantel köklerin bitkinin gövdesiyle birlikte toplanmasına olanak vermektedir (Şekil 51) (Myers, 2015, s. 62-63). Collet, bitkileri canlı makine haline geldiğini ve sadece güneş ve suya ihtiyaç duyduklarını belirterek, aynı bitkilerden genetiği değiştirilmiş bitkilerden eş zamanlı olarak hem meyve ve hem de kumaş toplanabileceğini belirtmiştir.

2014 yılından bu yana devam eden projesi Future Hybrids projesi kapsamındaki Phyto Fur (Bitki Kürk) ve Funghi Fur (Mantar Kürk) ürünleriyle nesli tükenmekle karşı karşıya kalan memelilerinkine benzer şekilde kürk yetiştirmek için tasarlanacak bitkiler tasarlar. Colette’in Future Hybrids ürünü bir kez daha çevresel bozulmayı bir çıkış noktası olarak ele alarak, biyolojik çeşitliliği korumak amacıyla bitki ve diğer türlerin olası kimelerini önermektedir (Myers, 2015, s. 63).



Şekil 51- Carol Collet, Biolace- Basil No:5, 2012 (Marani, 2013)

3.3.1.4 Julia Lohmann

Kaynak kıtlığı konusu üzerine çalışmalar yapan sanatçılardan bir diğeri de Alman sanatçı Julia Lohmann'dır. Asrî ve alışılmadık malzeme kullanımlarıyla çağdaş sanata malzeme alanında katkı sağlamış bir araştırmacı- sanatçı ve tasarımcıdır. Yaptığı araştırmalar bağlamında günümüzde Victoria & Albert Müzesi bünyesinde Deniz Yosunu Departmanı'nın kuruculuğunu ve yöneticiliğini yapmaktadır (Myers, 2015, s. 190-191).

Deniz Yosunu Departmanı; yosunun geleceğin sürdürülebilir kaynağı olarak ele alınması ve deniz yosunu ile çalışan farklı alanlardan uzmanları bir araya getirmek amacıyla kurulmuş bir bölümdür (Submariner Network, 2019). Eserlerinde değişen değer sistemleri, sürdürülebilirlik ve insan – doğal dünya ilişkisi ağırlıklı olarak ön planda olan Lohmann, son yıllarda bir zaanat ve tasarım malzemesi olarak doğal ve yenilenebilir bir kaynak olarak gördüğü, yüksek verimliliğe sahip olan deniz yosunları üzerinde çalışmalar yapmaktadır.

Sanatçı sürdürülebilir malzeme araştırmalarına mezuniyet projesi olan Cow Bench (İnek Bank) eserleriyle başlamıştır (Şekil 52). Yarı saydam tonlara sahip işlemden geçirilmiş inek midesini bir tekstil malzemesi olarak kullandığı projesinde her bir banka ayrı özel isimler vererek hayvanlara duyduğumuz duygusal bağımızın anlamsız çelişkilerine ve kar için katledilmelerine neden olduğumuz gerçeğini sorgulamaya yöneltmektedir.



Şekil 52- Julia Lohman, Cowbench, 2004

2007 yılı itibariyle dünyanın çeşitli yerlerinden, öncelikli olarak İzlanda, İrlanda ve Japonya'dan tedarik ettiği farklı türdeki deniz yosunları üzerinde çalışmalar yapmaya başlamış ve yosunların endüstriyel ölçekte sürdürülebilir bir malzeme olarak kullanılması üzerinde araştırmalar yapmıştır (Şekil 53). Farklı deniz yosunu türlerini inceleyerek her birinin kendisine has doku, renk ve dayanıklılığa sahip olmasından yararlanan Lohman, yaptığı araştırmalar ile yosunun bir malzeme olarak kullanılabilmesi için bazı işlemlerden geçirilmesi gerektiğini, yosunların öncelikle kurutulması, sonra yeniden nemlendirilmesi, gerdirilmesi ve verniklenmesi tekniklerini geliştirmektedir (Nedumaran & Arulbalachandran, 2015, s. 65-88).

Dezeen dergisine verdiği röportajında Lohmann, deniz yosununun deri, parşömen ve bazı plastik türleri ile ahşap benzeri bir kaplamaya karşı daha sürdürülebilir bir alternatif olarak kullanılabileceğine inanmaktadır. Sanatçı, yosun kullanımı ve değerindeki bir artışın yoksul tarım topluluklarına yardımcı olabileceğini, gelir sağladığını ve sularını filtrelemeye yardımcı olacağını ummakta olduğunu belirtmiştir. (Chalcraft, 2012).



Şekil 53- Julia Lohmann, Victoria & Albert Müzesi Deniz Yosunu Departmanı (Krejci, 2019)

3.3.2 Beden ve Kimliğin Yeniden Tanımlanması

Bedenin yeni tanımları üzerine de çalışmalar yapan biyo sanatçılar sosyal ve kültürel değişimler ile insanların içinde bulundukları her yeni çağa ayak uydurabilmesini ve bir bakıma evrim sürecinin teknolojik bir basamağı olarak beden, insan ve kimliğin yeniden tanımlandığından bahseder. Orlan, Eduardo Kac ve Stelarc ve daha birçok sanatçının tartıştığı üzere insan bedeninin klasik sanatta konu edildiği halinin, teknolojik gelişim, dijital arşivleme ve modernleşme gibi durumların karşısında artık “modası geçmiştir” (Atıl & Özgür, 2018).

3.3.2.1 Orlan

Beden ve kimlik üzerine yorumlamalarını ağırlıklı olarak 1960’lar itibariyle sanatta yer bulan Performans Sanatı yoluyla kendilerini ifade eden sanatçılardan Orlan cerrahi performanslar serisi olan 1990-1993 tarihli *The Reincarnation of St. Orlan* (Aziz Orlan’ın Reenkarnasyonu) çalışması sanatçının yüzünün tamamına müdahaleler sürecini kapsamaktadır (Şekil 54) (Neal, 2019). Birçok feminist tarafından yöntemleri nedeniyle anti-feminist olarak anılsa da Orlan, kozmetik cerrahiyi kınamak yerine kucaklar, masküleni reddetmek yerine iş birliği yapar ve kimliğini kısıtlamak yerine onu göçebe, mutant, değişken ve farklı olarak yeniden tanımlar (Everipedia, 2019).

Batılı sanat eserlerinin en bilinen özelliklerini estetik cerrahi yardımı ile yalnız morfin kullanarak tamamiyle uyanık olarak uygulatarak bedenini modifiye ederken tam bir farkındalık haliyle de süreç bilincini eserine dahil etmiştir (Kılıç, 2019). Baştan sona koreografik olarak planlanan performansta her anlamda bir multi-medya eseri yaratılması hedeflenerek performans ek olarak operasyon sırasında dünyayla iletişim kuracağı interaktif iletişim araçları, canlı yayınlar, fotoğraf ve film çekimleri de yapılarak operasyonlar dizisi kamusal bir sergiye çevrilmiştir.

Batılı erkek sanatçıların tasvir ettiği kadın güzelliğini sentezleyerek elde etmek ve bu yaklaşımı eleştirmek için ünlü eserleri seçerken alt yapılarında barındırdıkları hikayeler için seçmiştir. Örneğin; Jean-Leon Gerome *Psyche*’sinin burnunu seçerken *Psyche*’nin savunmasız ve kırılgan yapısından dolayı, Tanrıca Diana’nın gözlerini

seçerken onun liderlik vasıflarından ve biraz agresif sayılabilecek yapısından dolayı, Botticelli Venüs'ünün çenesini çünkü Venüs'ün bedensel güzelliğinden ötürü, François Boucher Europa'sının dudaklarını Europa'nın maceracı ve başına buyruk yapısı için ve Leonardo Da Vinci'nin Mona Lisa'sının alnını temsil ettiği güzellik ve güzellik karşıtı çelişkilerden dolayı seçerek kendisine uygulamıştır (Rose, 1993).

Operasyonlar grubunun dolayısıyla performansın ana ismi olan The Reincarnation of St. Orlan'da en interaktif ve diğerlerinden ayrılan operasyon New York'ta gerçekleşen Omnipresence (her yerde birden bulunma) adlı performansdır (Kılıç, Tarihsiz). Modernleşmenin getirdiği teknolojik desteklerle bedene ekstra bir özellik katan aynı anda bir çok yerde olabilme halini sanatçı operasyon odasında dekor olarak kullandığı farklı şehirlerdeki zaman aralıklarına göre ayarlanmış saatlerle, CBS Haberleri için filme alınmasıyla, Paris'teki Pompidou, Alberta'daki Banff Center, Ontario'daki McLuhan Center ve New York'taki Sandra Gering Galeri'sine yaptığı canlı yayın bağlantılarıyla ve izleyicilerle interaktif ve anlık yaptığı konuşmalarla gerçekleştirmiştir (Siegler, 2016 s.3).

Antropolog Jane Goodall, Orlan'ın çalışmasını kültürel kaygının stok formülasyonlarından kaçınan ve insan vücudunun doğası ve anlamı hakkında temel sorular açan temel düzenlemeleri ortaya çıkaran düzenlemeyi keşfetmeyi amaçlayan bir strateji olarak tanımlamaktadır. Ameliyat masasında yatarken, dudağında bir iğne bulunan Orlan vücudunu tamamen tartışılabilir kılıyor ve bedensel benliğin stabilitesi hakkındaki en temel varsayımlarımızı yeniden düşünmemizi önemli ölçüde teşvik ediyor. Orlan'ın kendi etini yakından keşfetmesi, vücudun içte ve dışta net tasvirleri olan, ancak sürekli değişen, dövülebilir ve dönüştürülebilir bir sanat eserine dönüştürülmüş kapalı bir varlık olmadığını göstermektedir. Yaptığı sürekli operasyonlar nedeniyle vücudu asla inert veya sabit değildir, aksine dönüşüm ve değişimin gerçekleşmesi olarak ortaya çıkar (Goodall, 1999).

Orlan'ın et ve bedene bürünmüş fikirleri, bedeninin toplumdaki yeri ve bedeninin teknolojiler ve gelecekteki genetik manipülasyonlar ile evrimin gelecek jenerasyonlardaki konumu hakkında sorular ortaya koyuyor (Baykan, 2010, s. 51-52).



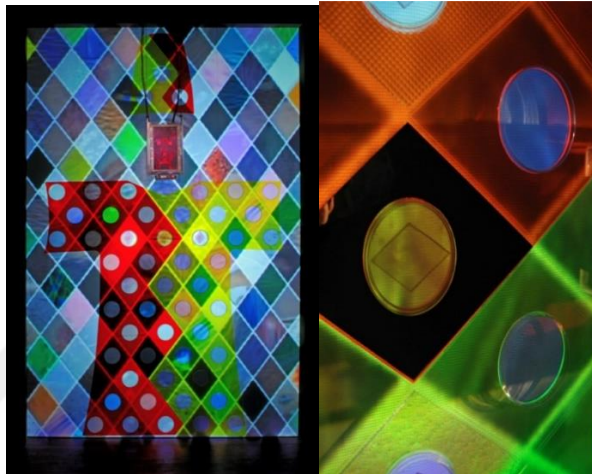
Şekil 54- Orlan, Reincarnation of St. Orlan, 1990-1993 (Media Art Net, 2019)

Bedensel sanatının devamı olarak Orlan 2008 yılında Symbiotica⁴⁰ ile iş birliği içerisinde biyoteknolojik eseri Harlequinn Coat'ı (Soytarı Ceket) yaratmıştır (Şekil 55). Eser farklı renklerdeki elmas biçimli içi yapay ortamda oluşturulmuş farklı kökene sahip renk, yaş ve kökündeki cilt hücreleriyle dolu petri kaplarının bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Harlequinn Coat, kompozit kostümü ve çok renkli vizyonuyla, çok kültürlülük ve disiplinlerarasılık temalarını vurgulamak için kullanılmaktadır (Baykan, 2010, s. 19). Özel yapım bir biyoreaktörde sanatçının kendi hücreleri de dahil farklı türlerden ve etnik kökenlerden canlı hücrelerin birlikte kültürlenmesinin yanı sıra hücre filmlerinin video projeksiyonunu içeren çoklu enstalasyon olan çalışma kompozit bir kaplama oluşturmak için çeşitli görünümde deri artıkları elde etmektir (Baykan, 2010, s. 19). Doku ve hücre kültürü ile ilgili Orlan, 2007'de Another ile yaptığı röportajda, ölümsüz hücre çizgisi HeLa⁴¹'nin varlığını keşfetmenin etkisine değinmiş. Yaşayan ve ölü beden, beden materyali, vücudun ne oluşturduğuna, toplumdaki işlevine ilişkin algıları ve aynı zamanda insanların hayatını kurtarabilecek deneyler yapmaları için bir araç olduğundan bahsetmiştir (Orlan, Beyond Any Conception of the Body, 2019).

⁴⁰ Avusturya'da artistik araştırma laboratuvarı. <https://en.wikipedia.org/wiki/Symbiotica> Erişim 15 Aralık 2019

⁴¹ **HeLa**; 1951 yılında biyopsiyle adını Henrietta Lack'ten alan rahim ağzı kanseri örneğinin adıdır. Birçok bilimsel buluşa yol açan hücrelerin özelliği ölümsüz ilk hücreler olmasından kaynaklıdır. Normal hücreler klonlar üzerinde tekrar edilemez ve aynı hücreler uzun çalışmalar için kullanılamazlar. HeLa hücreleri besin ve uygun ortam sağlanması halinde süresiz olarak hayatta kalabilmekle birlikte hepsi bu hücreden üretilmiş birçok HeLa türü bulunmaktadır. Araştırmacılar, HeLa hücrelerinin programlanmış ölüme maruz kalmamalarının sebebinin, kromozomların telomerlerinin kademeli olarak kısalmasını önleyen enzim telomerazının bir versiyonunu korumaları olduğuna inanmaktadır. Telomer kısalması yaşlanma ve ölüme neden olur <https://medium.com/trepanasyon/%C3%B6l%C3%BCms%C3%BCz-henrietta-9ce6e412cb46> Erişim 20 Aralık 2019

Bilim tarihçisi Michael Serres, Harlequin Coat hakkında sonsuz kimlikleri bir arada barındıran olasılığı ve radikal ötekiliği çağrıştırdığını belirtir (Garellick, 2009). Bu enstalasyon bağlamında Orlan, Harlequin motifini çağdaş melezleme fikrini ve kendi içinde diğerinin kabulünü ileten bir metafor olarak kullanır. (Baykan, 2010, s. 19)



Şekil 55- Orlan, Harlequin Coat, 2008 (Orlan, 2019)

3.3.2.2 Stelarc

Beden ve kimlik üzerinde çalışmalarıyla sansasyonel eserler üreten sanatçılardan Stelarc'ın eseri beden algısının yanı sıra bir sanat eseri olup olmadığı bağlamında da incelenmelidir. Biyo Sanat ile birlikte bilim ve sanatın arasındaki keskin çizgiler azalmış neyin sanat eseri neyin bir bilimsel araştırma konusu olduğu daha tartışmalı hale gelmiştir. Başka bir akademik metodoloji olan biyo mühendisliği sanatsal bir pratiğe dahil etmeye çalışmak, Biyo Sanat'ın biyomühendisliğe asimile olma riskini ortaya çıkarsa da pratiğe yönelik bir akademik disiplini içeren araştırma odaklı bu sanat, bu disiplinin standartlarına göre değerlendirilme riski taşır (Simoniti, 2017).

2010 yılında bir mikrofon ve vericiyi kulak şeklinde bir dokuyla koluna aşılayalan Stelarc'ın Ear on Arm adlı eserini oluşturur. Eser, 1997 yılında Vacanti Faresi

⁴² olarak bilinen ve reconstktif cerrahiye büyük katkılar sağlayan bir deneyi akıllara getirmektedir ve Stelarc'ın eseri bir genetik mühendislik ürünü olarak değerlendirilmektedir (Şekil 56). Avustralyalı performans sanatçısı projenin ilk adımında yalnızca kabartı bir form halinde olması planlanan kulak için sanatçının derisinin altında, doku büyümesi için elverişli bir yapı oluşturulabilmesi adına kulak formunda gözenekli bir iskelet oluşturulmuştur. Bu şekilde ön koluna kaynayan kulak yapısı yaklaşık altı ay içerisinde etrafında kendi doku ve kılcal damarlarını geliştirmiştir (Şekil 57). İlerleyen zamanlarda projenin geliştirilerek kök hücre kullanılarak mevcut kabartı yapıdaki kulağın yükseltilerek üç boyutlu gerçek kulak formu ve beden bağlantısını oluşturması ve kulak memesini geliştirmesi planlanmaktadır (Fernandez, 2018). Projenin son aşamasında kablosuz internet bağlantısı yapabilecek bir mikrofonun da projeye dahil edilmesi planıyla daimî olarak online olma haliyle Stelarc dünyadaki insanlara duyduğunu sürekli olarak ileten bir dinleme cihazına dönüştürmeyi hedeflemektedir ve bunu şu cümleleriyle açıklar; “Bu kulak benim için değil, duyacağım iki iyi kulağım var. Bu kulak, başka yerlerdeki insanlar için uzak bir dinleme cihazıdır (Cascone, 2015). Stelarc, insan vücudunun daha iyi, daha güçlü ve daha verimli olacak şekilde tasarlanabileceğine inanırken ve bu amaç doğrultusunda seçim hakkı sahibi olarak tıbbi büyütme yapan bir biyo-hacker olarak tanımlanabilir.



Şekil 55- Vacanti Faresi, 1997 (Research Gate, 2019)

⁴² Doku mühendisliği alanında çığır açıcı gelişmelere sebep olan adını Dr. Joseph Vacanti'den alan 1997 yılında yapı iskeletiyle inek kıkırdak hücrelerini kullanarak oluşturduğu insan kulağı görünümlü üç boyutlu kıkırdak yapıyı sırtında taşıyan fare. <https://www.kimnezamanicatetti.com/doku-muhendisligi/> Erişim 21 Aralık 2019



Şekil 56- Stelarc, Ear On Arm, 2007 (Sellars, 2007)

Sanatsal kariyeri boyunca sübjektif “Ben” in ortadan kalktığını vurgulayan Stelarc için insan öznelliğiyle ve benlik ile ilgili sorular gittikçe daha fazla sorunlu hale gelmektedir. “Ben” sonuçta sadece bir dil kurgusudur ve asıl mesele diğer bedenlerle temas eden bir bedendir. Kimliklerimiz ve insanlığımız sosyal sistem, teknoloji ve kültür tarafından üretilir. Akıl, tartışmalı bir varlıktır ve kesinlikle insanın temel belirleyicisi olarak sayılmaz. Gerçekte, Stelarc'ın ifade ettiği gibi, “belki de insan olmanın anlamı, insan olarak kalmamaktır.

Stelarc, “Ben” in öneminin ortadan kalktığı ve ilişkisinin bir sosyal ve kültürel bağlantı ağında kendini gerçekleştirme yönündeki doğal eğilimiyle birlikte vurguladığı bu tür bir düşünceyi sürekli olarak geliştirir.” (Zawojski, 2014, s. 54)

Giderek somutlaşan biyo sanat eserleri bedeni de bir medyum olarak kullanmaya başlayarak dönüşümüne yeni bir çıktı ekleyen eser Stelarc'ın kendi cümleleriyle;

“Vücut şimdi derisinin sınırlarının ötesinde ve işgal ettiği yerel alanın ötesinde bir performans sergiliyor. Fiziksel varlığını başka bir yerde yansıtabilir. Dolayısıyla, tek bir acente kavramı zayıflar ya da en azından daha problemlili hale gelir.” (Stelarc, Ear on Arm, Tarihsiz) Stelarc'ın bu cümleleri akıllara Orlan'ın The Reincarnation of St. Orlan adlı eserini getirir ki sanatçının eseri incelenirken aynı anda birden çok yerde bulunma halini eserinin alt bölümüne verdiği “Omnipresence” isminin Türkçe karşılığı ve detaylarından bahsedilmiştir.

Stelarc; “Üretilen ve yaşananlar biyolojik öteki değil- aşırı teknolojik öteki, üçüncü ötekidir. Yerel olarak yerleşmiş bir cisim tarafından ortaya çıkan uzak ve hayali bir varlık. İnternette dokunsal cihazların çoğalmasıyla birlikte, daha güçlü hayali sunumlar üretmek mümkün olacaktır.” (Stelarc, Ear on Arm, Tarihsiz) diyerek bedene yapılmış bir eklentinin içinde yaşadığımız çağ dolayısıyla bedenden ayrı olarak kabul edilmeyecek bir uzuv halini alarak güncel varlığı geliştirmek amaçlı bir uzantı olduğu fikrine değinir.

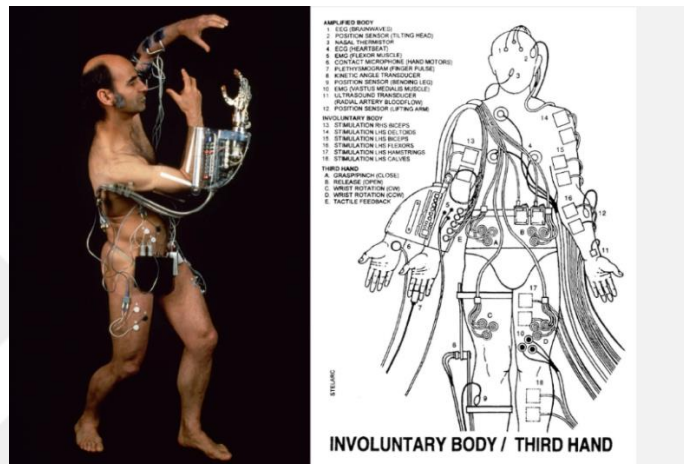
Biyolojik vücut iyi organize edilmemiştir, internet ortamında etkinleştirilmesi gerekir. Ear On Arm projesi alternatif bir anatomik mimari, yeni bir organın mühendisliği diğer yerlerdeki diğer bedenler için mevcut, erişilebilir ve hareketli bir organları sağlayarak, insanların başka bir yerde başka bir beden bulmasını ve dinlemesini sağlamayı önerir (Stelarc, Ear on Arm, 2019). Stelarc, içinde yaşanan çağda verimli biçimde yaşamının ancak teknolojik ürünlerle olan bağımızın artmasıyla yakalanacağını, teknolojik olarak verimliliği arttırılmış bir beden zaman içerisinde bir zorunluluk halini alacağına da atıfta bulunur.

Stelarc’ın kendi tabiriyle “alternatif anatomik mimari” olarak adlandırdığı, insan anatomisine eklemeler yaparak geliştirmeler yaptığı, teknolojiyi içselleştirerek kullanan vücutlara sahip “gelişmiş” insanlar üzerine yaptığı ilk çalışması Ear on Arm değildir. Yokohama’da Waseda Üniversitesi’nde geliştirilen bir prototip üzerinden Imasen Denki tarafından dokunma duyarlılığı olan, sanatçının diğer el ebatlarına uygun robotik bir el geliştirilmiştir (Kac, 2019). 290 derece dönme kapasitesine sahip bu el sanatçı tarafından “üçüncü el” işleviyle 1981 yılında sağ koluna monte edilmiştir (Şekil 58). Üçüncü El (Third Hand) adlı projede robotik el ilk kez monte edildiğinde sanatçının karın ve bacak kaslarına yerleştirilen elektrolit bantlar yoluyla, kısaca elektromiyografi⁴³ (EMG) yoluyla enerji sağlamaktadı. İlerleyen yıllarda elektroensefalografi⁴⁴ (EEG) ve

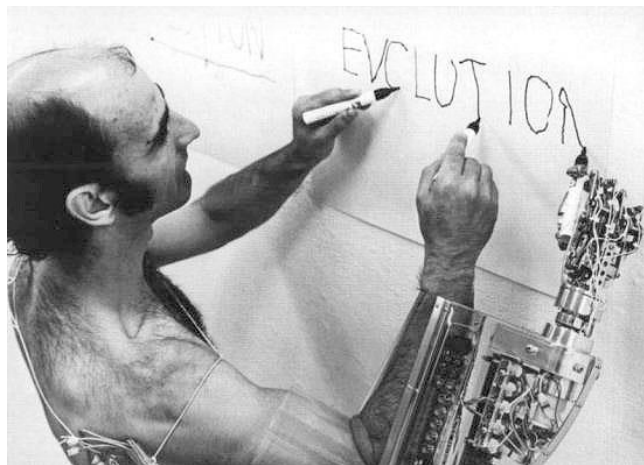
⁴³ EMG veya elektromiyografi, sinir ve çizgili kasların elektrik potansiyelinin incelenmesine dayanan bir nörolojik tetkik yöntemidir. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromiyografi> Erişim 20 Aralık 2019

⁴⁴ Elektroensefalografi ya da Beyin Çizgesi Yöntemi, beyin dalgaları aktivitesinin elektriksel yöntemle izlenmesini ölçen yöntemdir. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektroensefalografi> Erişim 21 Aralık 2019

elektrokardiyografi⁴⁵ (ECG) kullanımıyla da “üçüncü” uzvuna enerji sağlamıştır (Stelarc, Tarihsiz). 1982 yılında gerçekleştirdiği “Handwriting” performansında sanatçı “üç” elini aynı anda kullanarak ironik bir kelime yazar. “EVOLUTION” yani evrim anlamına gelen kelime baştan sona kesintisiz bir yazımla sanatçının sol eliyle “evo”, sağ eliyle “lut” ve üçüncü sağ eliyle de “ion” harflerini senkronize yazmasıyla tamamlanmıştır (Şekil 59) (Erden, 2010).



Şekil 58- Stelarc, Third Hand, 1981 (Stelarc, Redefining The Human Body As “Meat, Metal and Code”: An Interview with Stelarc, 2018)

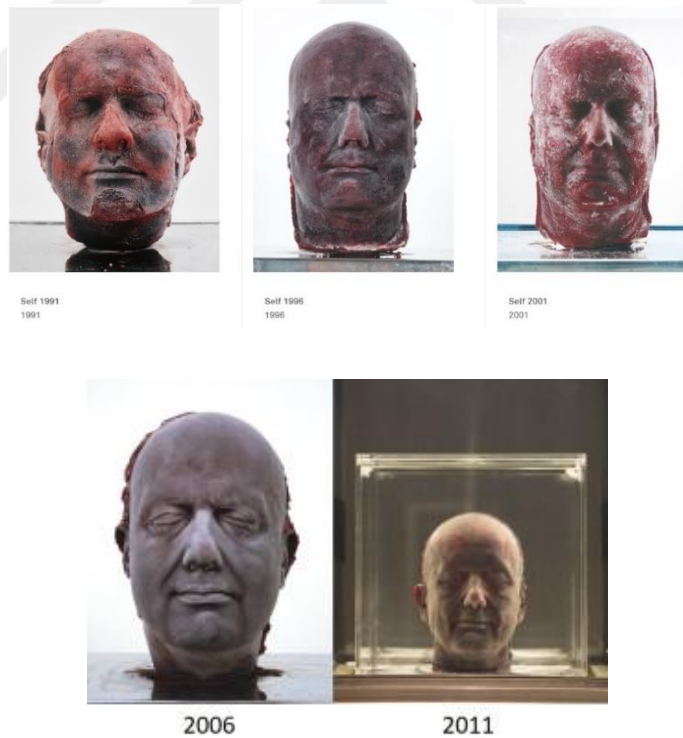


Şekil 59- Stelarc, Third Hand ‘Handwriting’ Performansı, 1982 (Mitchell, 2017)

⁴⁵ Elektrokardiyografi, kalp kasının ve sinirsel iletim sisteminin çalışmasını incelemek üzere kalpte meydana gelen elektriksel faaliyetin kaydedilmesi. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiyografi> Erişim 12 Aralık 2019

3.3.2.3 Marc Quinn

1964 doğumlu İngiliz çağdaş sanatçı Marc Quinn; “Dünyada yaşayan bir insan olmanın ne olduğu hakkında sanat yapıyor, insanın doğa ile olan ilişkisi ve insan arzusunun aracılık ettiği ile ilgili veya kimliğin ve güzelliğin ne anlama geldiğini ve insanların neden kendilerini dönüştürmeye zorlandıklarını veya çalışmalarında güncel, sosyal tarihi temsil eder.” (Marc Quinn) İlkini 1991 yılında yaptığı “Self” (Öz) isimli post modern otoportre çalışmasıyla -her beş yılda proje yenilenmektedir ve bu şekilde sanatçının yaşlanma sürecini de kapsar- garip/acayip malzeme kullanımı ve kavramsal içeriğinin zenginliğiyle daha da ünlendi (Şekil 60). Biyo sanat projesi sayılan “Self” sanatçının donmuş silikona şekillenmiş kafasıdır ve sanatçının kanıyla doludur. ““Self”, mal varlıklarının tüm "esaslarını" içerir -bireyi tanımlayan biyolojik kırıntılarını, kabını ve imgeyi ya da titri.” (Thomas B. , 2009, s. 4)



Şekil 60- Marc Quinn, Self, 1991-2011 (Khan, 2017)

Benlik tanımlamaları üzerine yeni bakış açılarından birine sahip olan bu projede sanatçının kendi kanını kullanmış olması -biyolojik madde- otoportre çalışmalarına

“gerçekliği” kazandırmış ve eserin taşıdığı derin anlamları güçlendirmiştir. “Self” beş yılda bir arşivde yerini almaya ve yaşayan bir takvim olmaya devam ederken 2000 yılında National Portrait Gallery’nin (Ulusal Portre Galeri) insan genomu dizilimi üzerine yaptığı çalışmayla Nobel ödülüne layık görülmüş biyolog Sir John Sulston’un portresini yapması talebinde bulunulan Marc Quinn 2001 yılında Sulston’un DNA’sıyla oluşturulmuş “A Genomic Portrait: Sir John Sulston” (Genomik Bir Portre: Sir John Sulston) çalışmasını yaptı (Quinn, 2019). Bu eserini John Sulston ile “Büyük iş birliğinin başlangıcı” olarak tanımlar (Şekil 61). “John’un portresi, John’un genomunun rastgele kısımlarını içeren agar jöle kaplı bakteri kolonilerinin bir plakasıdır. Benim sevdiğim şey soyut doğası, ancak başka bir boyutta mutlak gerçekçiliği. Ancak bu portreler sadece bir bakıcının nasıl görünebileceği hakkında değil, aynı zamanda duygusal makyajları, iştahları ve sağlıkları hakkında da bilgi içerir (Mengham, Quinn, Zijpp, & Groniger Museum, 2006).” Biyolojik bir fotoğraf niteliği taşıyan proje kişinin/ bakıcının zamanda silinmeyecek bir anını yaratmaktadır. “Portrede resimsel temsil eksikliği ve Galeri’deki diğer portrelerden farklılığı göz ardı edilememesine rağmen, Quinn’in Sulston imgesi “gerçek bir benzerlik” ve “onunla ilgili benzersiz olanı tam olarak yakalayan bir temsil” olarak görüldü. (Thomas B. , 2009, s. 15)



Şekil 61- , Marc Quinn, A Genomic Portrait: Sir John Sulston, 2001 (Marc Quinn, 2019)

3.3.2.4 Reiner Maria Matysik

Biyolojik çıktıların kullanımından, biyolojik materyali manipüle etmeye biyo sanatın “yaşam” ile her bağlamda ilişkisi bulunmaktadır ve buna “yaşam” kavramı da biyolojik olsun ya da olmasın dahildir. Alman heykel sanatçısı Reiner Maria Matysik’in eserleri Anita Hermannstädter’in küratör Ingeborg Reichle ve sanatçıyla yaptığı röportajta açıkladığı gibi, aktif evrim vizyonu, yani insanlar tarafından kontrol edilen evrim ve sanatçının yarattığı canlı biyolojik heykellerin gelecek biçimleri arasında yer alan evrim sonrası organizma modelleriyle tanınmaktadır (Hermannstädter, 2010). Röportajında ilk kez Jenseits des Menschen (İnsanın Ötesinde) sergisi için bal mumu ile çalışmalar yaptığını belirten sanatçı balmumunun yapısal yeteneklerinden ötürü çalışacağı malzeme olmasına karar verdiğini, balmumunun şeffaflığı, dolgunluğu, sıcaklığı ve et benzeri yapısından dolayı tercih ettiğini açıklamıştır. Sergi, örnek odasındaki bal mumu modeller, dağılmış konferans salonundaki organizmalar ve laboratuvarı oluşturulmuş ve sadece müzede sergilenen bir canlı / yaşayan heykel olarak üç bölümden oluşmaktadır (Şekil 62) (Matysik, 2019).

Yarı yaşayan bir heykel tasarımı ile sergi, insan dokusunun sanatta ve bilimde araştırma amaçlı kullanımına ilişkin etik düşünceleri artırmaya odaklandı. İnsan dokusunu içeren araştırmalar, insan dokusunun ahlaki durumu, dokuya veri erişimi ve kullanımı ve bunun sonucunda da araştırmaya katılanların birbirleriyle ilgili araştırmalarını tam olarak nasıl yapanları belirleyen standartlar ile zorlanmaktadır (Reiche, 2012). Sanatçı, yeni teknolojiler tarafından sunulan olanakları, bir vücudu neyin yarattığının geleneksel kavramlarını sorgulamak ve bu geleneksel insan görüşünün ardında neyin fiziksel olarak açığa çıkabileceğini göstermek için kullanır (f10.03 Jenseits des Menschen).

İnsanın Ötesinde sergisine ait kitabın kapağında Maria Matysik ve işleri hakkında gelecekteki yaşam biçimlerinin heykel sanatına uygun proptotip yaratma konusunda etkili olacağını ve sanat ve bilimin bir araya gelmesiyle biyo teknolojik gelecek için ileriye dönük bir evrim yaşayacağını belirtir (Hermannstadter, Reiche, & Schnalke).



Şekil 62- Reiner Maria Matysik, Beyond Human, 1-2-3. Adımlar, 2010 (Reiner Maria Matysik, 2019)

3.3.2.5 Gunther von Hagens

XXI. yüzyıl sanatı çeşitli malzeme ve iş birlikleri ile kendisini ayarıştıran multi disiplinler bir yapıya sahiptir. Biyo-sanat malzeme kullanımı ve iş birlikleri konusunda sanatçılara yeni vizyonlar sunarken işlediği konular bakımından da yeni alanları beraberinde getirmiştir.

Biyo Sanat, insan yaşamının ve gündelik hayatın radikal ve bazen tehlikeli dönüşümler geçiriyor gibi görüldüğü bir çağa girerken, bilim insanlarının ve sanatçıların umutlarını ve kaygılarını bir araya getiriyor (Redmond & Verhagen, 2017). Öte yandan Biyo Sanatın grotesk doğası bağlamında verdiği mesajlar oldukça şok edici ve düşünmediklerimizi düşündürmeye zorlayan yapısına rağmen karanlık denebilecek bir yanı olduğundan da bahsetmek gereklidir ki bu biyolojik sanattaki etik ikilemlerle yüzleşmek anlamına gelir. Kimi eserlerde yaşam ve ölüm üzerine yapılan deneylerde canlıların sanat ve estetik kaygılarla manipüle edilmesi etik anlamda tartışmalı sonuçlar meydana getirir. Bu kaygı bağlamında Heidelberg Üniversitesinde doktor ve anatomi öğretim görevlisi olan Gunther von Hagens'in Body Worlds (Beden Dünyası) adlı sergisi incelenebilir.

1945, Almanya doğumlu Hagens tıp alanındaki eğitimi sonrasında yaptığı çalışmalarda 1978 yılında benzersiz bir mumyalama yöntemi olan "Plastinasyon'u" keşfetti (Bodyworlds, 2019). Organik dokuların sıvı silikon polimer ile kaplanarak

özelliklerini koruyacak hale getirilmesi işlemi olan plastinasyonda çürümenin önüne geçilerek doku ve organizmalar mevcut formlarında korunur (Üstün, 2002 s.37-42).

Sergi, Doktor Hagens'in yaklaşık 6 yıldır plastize ettiği 200'den fazla kadavradan oluşmaktaydı. Mumyaların arasından özellikle 5 aylık hamile bir kadın mumyası dikkatleri üzerinde toplamaktaydı (Şekil 63) (Hao, 2012). Von Hagens'ın kadavralara farklı pozlar verdirerek kurguladığı sergi ağırlıklı olarak bu sebepten dolayı sanat eseri olarak algıladı ve özellikle Almanya'da sapkın ve kaçık olarak yorumlandı (DW, 2005).

Anatomi tarihinden itibaren, anatomik uygulamaların, nesnelerin ve temsillerin her zaman bilim ve sanatın karmaşık bir karışımı ve tıbbi eğitim ile popüler eğlencenin bir melezi olduğunu ve etik tartışmalara neden olan sergi öncelikle plastinasyonun eğitim veya eğlence olarak bilim veya sanat olarak görülüp görülmeyeceği sorusuna odaklandı. Von Hagens'in anatomik sanatını tartışmalı yapan şey, açıkça tanımlanmış kutularda sınıflandırılmaması değil, etik yargıların dayandığı kategorileri tanımlamasıdır (Djick, 2001 s. 99-126).



Şekil 63- The Human Body World Sergisi, Hamile Kadavra, 1996

XX. ve XXI. yüzyıl itibariyle sanatçılar ve bilim arasındaki alışverişin yaygınlaşmasıyla birlikte artan iş birlikleri sonucunda ilginç örnekler ve yeni kaygılar ortaya çıkmaktadır. Hagens'in beden üzerine olan bu sergisi bir anatomi sergisi gibi görünse de estetik kaygılarla oluşturulmuş şov alanları ve figürler bu serginin bir bakıma büyük bir biyo sanat sergisi olduğunu da düşündürmektedir.

3.3.3 Genetik ve Transgenetik

Genetik, organizmalarda genlerin, genetik varyasyonun ve kalıtımın incelenmesiyle ilgili bir biyoloji dalıdır. Binlerce yıl boyunca kalıtım gözlemlenmiş olsada XIX. yüzyılda Gregor Mendel tarafından bilimsel olarak incelenmeye başlamıştır. Özellik mirası olarak adlandırdığı ebeveynlerden yavrularına aktarılma biçimini gözlemleyen Mendel, bugün gen olarak tanımladığımız durumu ortaya çıkartan ilk kişidir (Griffiths&Milelr&Suzuki, 2000. s.11)

XXI. yüzyılla birlikte modern genetik bilimi, genlerin işlevini ve davranışlarını incelemek için kalıtımın ötesine geçerek, gen yapısını, fonksiyonunu, varyasyonunu ve dağılımı hücre, organizma bağlamında bir popülasyon olarak incelemektedir. Genetik, bu bağlamda moleküler genetik, epigenetik ve popülasyon genetiği olarak ayrılmıştır (Griffiths&Milelr&Suzuki, 2000. s.15).

Transgenetik ise, bir organizmadan diğerine genetik mühendislik tekniklerinden herhangi biri tarafından aktarılmış genetiği değiştirilmiş organizmaları ortaya çıkartan bir bilim dalıdır. Genetiği değiştirilmiş, bakteriler, virüsler, bitkiler, böcekler, memeli hayvalar bilimsel araştıma alanlarında yeni projeler için kullanılmaktadır. Bu genetiği değiştirilmiş organizmalar aynı zamanda sanatın da malzemesi haline gelmiş ve sanatçıların bilim adamlarıyla yaptıkları iş birliklerin sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Transgenler aracılığıyla bilim insanlarını hastalıkları daha iyi anlamak, hayvan organlarını insanlara uyarlamak, genetik bozuklukları tedavi etmek, bitkilerden daha fazla verim almak gibi seçili özelliklere yoğunlaşmış canlılar üretmeyi amaçlamaktadırlar (Houdebine, 2005, s.271).

3.3.3.1 George Gessert

George Gessert günümüzde en bilinen biyo sanatçılardan biri olarak kabul edilmektedir. Gessert 1970’li yılların sonlarında bitkileri bir sanat eseri olarak yetiştirmeye başlamıştır. 1980’ler itibariyle çalışmaları sanat ve genetik arasındaki bağlantıya yönelmiştir ve bir dizi hibrit enstalasyonu ve yetiştirme belgeseli projesi yapmıştır (Revolution Bioengineering, Tarihsiz). George Gessert’in 1988’de San Francisco’daki New Langton Arts’taki genetik olarak değiştirilmiş yaşamın sanatsal bağlamda sergilenmesi İris Projesiyle gerçekleşerek Edward Steichen’in hezaren (delphinium) çiçeklerini akıllara getirmiştir (Şekil 64). 1990 yılında Art + Technology (Sanat ve Teknoloji) dergisindeki bir makalede kendi cümleleriyle İris Projesi’nin ve canlı sanat eserlerinin sergilenme zorluklarına değinmiştir.

“Belki bir gün insan dışındaki hayatı barındıracak yeni tür sanat alanları, galerilerin, bahçelerin, mentorlüklerin ve vahşi doğanın özelliklerini birleştiren alanlar olacak. Bu arada, sanatçılar organizmaların geleneksel galerilerin ve müzelerin biyolojik olarak düşmanca olan ortamlarında sergileme problemlerini çözdüler ve bunun sonucunda insanlık dışı yaratıkların sergilenmesi artık şaşırtıcı değil. Asıl soru, bu ne tür bir farkındalığa hizmet ediyor? Biyolojik devrimi estetikleştirir mi? Yaşamın metalaşmasını hızlandıracak mı? Galerilerdeki canlılar insanlara her tür yaşam biçiminin kendine özgü bir değeri olduğunu hatırlatabilir mi? Yaşam toplumundaki bir tirandan başka bir rol oynayabilir miyiz? Bir evrim sanatı geliştirebilir miyiz?” (George Gessert Article from Art + Technology Supplement, 1990)



Şekil 64- George Gessert, Iris Projesi / Hibrit 487- 488, 1988 (Genetics and Culture, 2019)

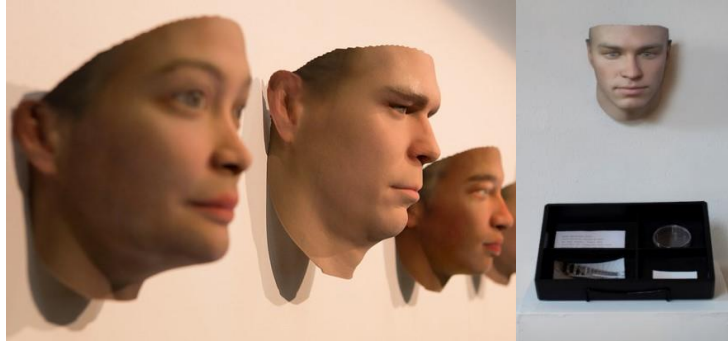
3.3.3.2 Heather Dewey Hagborg

Sanat ve bilimin buluşmasıyla ortaya çıkan bu eser üzerine Brigitte N. Thomas tezinde “Görsel imgelerle dolu olan bir zamanda, bireyi görsel olarak soyut bir nükleotit zincirine indirgemek, bu imgelerin ötesinde bir alemde var olan bilimin tehdit edici doğasını ortaya koymaktadır.” (Thomas B. , 2009, s. 6) cümlelerini kullanarak çağdaş dünyada yer edinmiş bu yeni sanatın “gizli” bilgiyi elde ettiğindeki kullanım alan ve amaçlarının tehdidkar yönlerine dikkat çeker.

Disiplinler arası sanatçı Heather Dewey Hagborg 2012 yılında biyo sanat vasıtasıyla modern çağın “karanlık” yüzünü sorgulatarak “kişisel olan” ve yasal olarak “sahip olduklarımız” üzerine düşünmeye iten *Stranger Visions* eserini üretmiştir (Şekil 65) (Murphy, 2015). Kimlik hırsızlığı ve mahremiyet konularına dikkat çeken eserde modern dünyada her an yaşayabileceğimiz (ya da yaşadığımız) genetik hırsızlık üzerine, DNA’mıza dolayısıyla gizli bilgimize erişimin artık ne denli kolay ve kötü / iyi amaçla kullanılabilir olduğunun üzerine hazırlanan bir senaryo niteliği taşıyan eser “yabancıların” DNA’larıyla şekillendirilmiş bir dizi üç boyutlu maskeden oluşmaktadır (Myers, 2015 s.142-145). Sanatçının nesil sürveyans olarak adlandırdığı “genetik gözetleme” eylemi kapsamında New York kamusal alanlardan toplanan bir grup saç kılı, tırnak, sigara izmariti ve çiğnenmiş sakız gibi kişinin DNA kalıntılarını taşıyan nesnelerin incelenerek bilimsel yöntemlerin kullanımıyla DNA’ları çıkartılmıştır. Bilimsel araştırmaları Genspace adlı laboratuvar ile iş birliğiyle yapan Hagborg genetik parametreleri belirleyebilmek, daha doğrusu birçok alternatif olasılıktan bir kombinasyon yapabilmek için özel bir fenotip⁴⁶leme algoritması⁴⁷ kullanarak rastlansız seçimlerle yüz şekli, göz rengi, cinsiyet gibi detayları kararlaştırdı. Ortaya çıkarılan suret 3B yazıcıyla şekillendirilerek sergilendi (Hagborg, 2019).

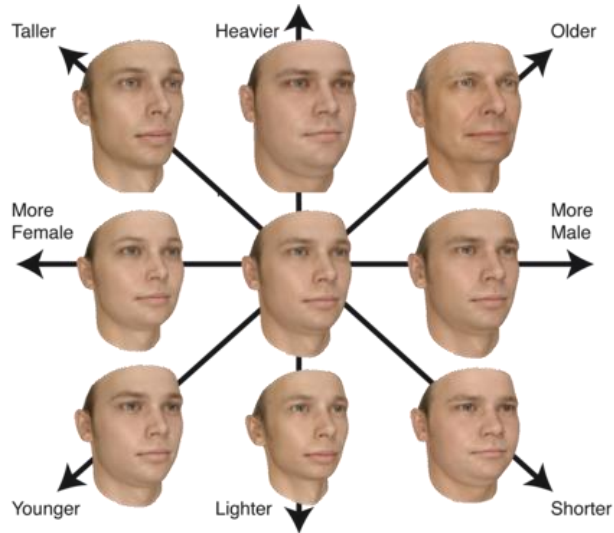
⁴⁶ DNA üzerinden fiziksel görünüm tahmini. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Fenotip> Erişim 20 Aralık 2019

⁴⁷ Basel Morphace



Şekil 65- Heather Dewey Hagborg, Stranger Visions, 2012 (Coenen, 2012-2013)

Eserin etikliği üzerine yapılan tartışmalara cevap olarak topladığı DNA taşıyan örnekleri “kişileri” takip ederek değil rastlantısal yollarla, kendi rızalarıyla kamusal alanda bırakmış oldukları “artıklar” yoluyla toplaması ve DNA fenotiplemesinde kişiye en benzeyeni bulmak yerine rastlantısal bir sonuç çıkaran algoritmayla anonim DNA sahiplerini farklı fiziksel temsillere dönüştüren sanatçı, eserin etik olarak hiçbir kırmızı çizgiyi geçmediğini savunmaktadır (Şekil 66).



Şekil 66- Basel Morphace, Genetik Parametre Kombinasyonları

Genetik mahremiyet kavramına dikkat çeken Stranger Visions’tan yalnız iki yıl sonra Amerikan Polis Teşkilatı, Parabon NanoLabs firmasıyla iş birliği içerisinde DNA

örneklerine dayalı olarak kompozit yüz görüntüleme çizimleri yaratan bir DNA fenotipleme aracı olan “Snapshot” programını devreye almıştır.

Hagborg Stranger Visions projesinde DNA’ları toplayıp onlardan veri elde ederken DNA’ların ortalığa saçılmasını önlemek için 2014 yılında sanatçı tarafından artistik organizasyona destek olması bağlamında kurgu bir şirket olan BioGenFutures firması başlığıyla Invisible ürününü sundu. DNA’nızı basitçe görünmez kılarak genetik kimlik hırsızlığının önüne alayıcı bir yolla geçen proje iki sprey tüpten oluşmaktaydı (Hagborg, 2019). Sanatçı, bilgilerinizin nasıl ve kimlerle paylaştığımız kontrolü sizde bizde olması gerektiğinin altını çizerken e-postamız, telefon görüşmelerimiz, SMS mesajlarımız ve kesinlikle genlerimizin kendi kontrolümüz altında olması gerektiğini savunur (Canlas, 2014).

Sil (Erase) adlı tüpte DNA’yı %99,5 oranında silen bir karışım bulunurken, Replace / Değiştir tüpü DNA’nın hala kalmış olan %5’ini örtüp tabir yerindeyse ortalığı biraz karıştıracak bir DNA çorbasından oluşmaktadır (Myers, 2015 s.142-145).

Birinin DNA’sına sahip olunabilir mi, herhangi birinin DNA’sı kullanılarak üretilen bir eser ya da genel başlığıyla çıktı etik midir ve eserin yüzde kaç yaratıcısına yüzde kaç eserin kaynağına aittir? Hagborg’un Stranger Visions projesi bağlamında ortaya çıkan bu ve bunun gibi sorular biyo sanatın etik yönlerini zorlarken benzeri projeler Hagborg’un eserlerinden önce üretildiği gibi şimdi de üretilmeye devam etmektedir.

3.3.3.3 Koby Barhard

Koby Barhard dünyaca ünlü sanatçı Elvis Presley’nin saçını EBAY sitesinden satın almasıyla elde ettiği sanatçının DNA’sını incelemesiyle 2011 yılında All That I Am adını verdiği enstalasyonunu yaratmıştır (Şekil 67) (Huffpost, 2017). Saç örneklerini DNA fenotiplemesi yapan bir online hizmetler sağlayan Genetrack Biolabs adlı laboratuvar aracılığıyla inceleyen Barhard sosyal davranış, atletik performans, obezite ve bağımlılığın diğer türevleri üzerine çıktılar elde etmiştir (Dunne, 2013). Elde edilen

bilgiler ışığında inGenious Targeting adlı laboratuvar iş birliğiyle Elvis Presley'in özelliklerine sahip transgenetik olarak klonlanmış fareler geliştirilmiştir (Steadman, 2012). Presley'nin yaşamı ve mihenk taşı sayılabilecek deneyimlerini simule etmek amacıyla birden çok özel içeriklere sahip kafes inşa edilerek farelerin Elvis'in yaşadıklarını metaforik bağlamda yeniden yaşaması sağlanmıştır. Barhard projesiyle birlikte bir dizi soru sorar; "Hayatı bir dizi koşul ve olay ile ölçmek mümkün müdür? Bizi kendimiz yapmak hayatın hangi yönleriyle sorumlu? Bir model gerçeklikten daha gerçek mi? Önceden sahip olunan bir öğeyi satın almak, bir başkasının genetik verilerine başka birine yasal hak verir mi? Bir fare Elvis olabilir mi? Yapabileceğimize inanmamızı sağlayan nedir? (Barhard, 2019).



Şekil 67- Koby Barhard, All That I Am, 2011 (Huffpost, 2012)

Koby Barhard'ın soruları Heather Dewey Hagborg'un çalışmaları için de geçerlidir. Anonim DNA'larla yaratılmış maskelerin kime ait olduğu sorusu, etik tartışmaları gündeme getirirken anonim DNA'lardan toplanmış veriler doğrultusunda rastlantısal olarak yapılan fenotiplemenin bağışçının fiziksel özelliklerini yansıtmassa da aynı kişi olup olmadığı sorusunu gündeme getirir. Sanatçının kişilik ve gizli bilgi ihlali yapı yapmadığı sorunsalı bu tip projeler üzerindeki etik tartışmalar sürmesine neden olmaya devam etmesine imkan verir.

3.3.3.4 Eduardo Kac ve Biyo Sanat Manifestosu

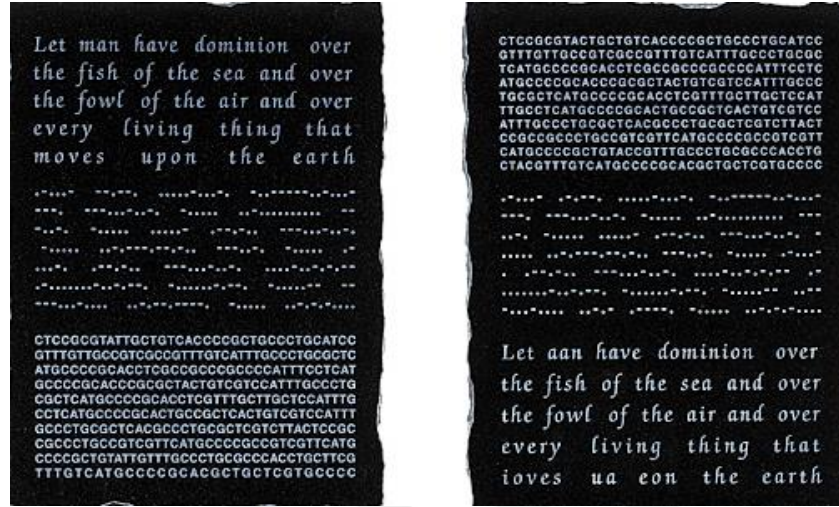
Biyo Sanat'ta etik konusunda tartışmaların ortaya çıkmasına sebep olan en bilinen sanatçı bugün Biyo Sanat manifestosunu ilk kez ortaya koyanlardan biri, Transgenetik sanat eserleri konusunda tartışmalı eserler sahibi olan Eduardo Kac'tir. Genetik olarak modifiye edilmiş transgenetik eserleriyle biyo sanatta önemli bir yeri olan Brezilya doğumlu Eduardo Kac, beden ve kimlik üzerine de çalışmalar yapmaktadır (Britannica, Tarihsiz). 1997 yılında hayata geçirdiği Time Capsule (Zaman Kapsülü) adlı performans ve kavramsal sanat birleşimi olarak tanımladığı ulusal kanallarda canlı olarak verilen eserinde hayvan takip cihazı olarak kullanılan mikro çipi kendi bacağına yerleştirerek kendisini bir izleme şirketinin veri tabanına kaydetmiştir (Kac, 2019). Kac'ın tanımıyla Zaman Kapsülü projesi, yerel etkinlik enstalasyonu ve bölgeye özel iş arasında kalan bir projedir. 'Yer' hem beden hem de uzaktaki veritabanı ve televizyon ve web'deki simultane yayındır.

Bellek, beden ve teknoloji algısı her geçen çağda değişim gösterirken toplumsal bellek olarak kullanılan fotoğraflar ve filimler bir bakıma zaman kapsülleridir. Bellek ve kimlik birbirinden ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıyken beden deneyimler ve anılarla damgalandı. Şimdi plastik cerrahi ve biyo mühendislik bedeni değiştirebili heykellere dönüştürdü ve kimlik özdeşim nesnesi haline geldi (Intelligent Agent, 2019)

Bellek ve kimlik üzerine yaptığı bu tartışmalı projeyi takiben 1998-99 yılları arasında Genesis adlı transgenetik sanat eserini sergileyen sanatçı biyoloji, bilgi teknolojisi, etik ve internet arasındaki günümüz karmaşık ilişkisini konu almıştır (Kac, Tarihsiz). Eserin ilk adımı İncil'den seçilmiş "Tanrı, 'İnsanı kendi suretimizde, kendimize benzer yaratalım' dedi, 'Denizdeki balıklara, gökteki kuşlara, evcil hayvanlara, sürüngenlere, yeryüzünün tümüne egemen olsun'⁴⁸." cümlesinin mors koduna ve oradan da DNA baz çiftlerine dönüştürülmesidir (Media Kunst Netz, Tarihsiz). İkinci adımda bakterilere bu oluşturduğu genleri aşıladı ve petri kabına yerleştirerek UV ışıklarına maruz kalacak şekilde sergiledi. Üçüncü adımda izleyicilerin eserin internet

⁴⁸ "And God said, Let us make man in our image, after our likeness: and let them have dominion over the fish of the sea, and over the fowl of the air, and over the cattle, and over all the earth, and over every creeping thing that creepeth upon the earth" Genesis 1:26

sitesine giriş yaparak etkileşimde bulunmalarına imkân verildi. Site üzerinden galerideki ultraviyole ışıkları açarak bakterilerin çoğalmasına ve dolayısıyla DNA yapısının, dolayısıyla da çevirisi yapılmış cümlelerin değişmesine olanak tanımışlardır (Kac, 2019). Sanatçının açıklamasına göre cümle; “insanlığın doğaya üstünlüğünün ilahi olarak onaylanmış olduğu şüpheli mefhum hakkında ima ettiği şey için seçilmiştir. Mors kodu ise, radyo-telgrafi kullanımının ilk örneği olarak, bilgi iletişim çağının- küresel iletişimin doğuşunu- temsil etmektedir (Kac, Genesis, 2019). Kac’a göre; “Topluluklar arası iletişim perspektifinden bakıldığında, transgenik sanat sanatçı, yaratık / sanat eseri ve onunla temasa geçenler arasında diyalog ilişkisi kurar (Osthoff, 2007).” Bu bağlamda söylenebilir ki sanatçı izleyicilere düşüncelerini eseri yoluyla aktarırken izleyici de verdiği interaktif kararlar doğrultusunda, bu ve bunun gibi etkileşimli eserlerde, fikirlerini dolaylı yoldan beyan etmektedir. Yani bu eser üzerinden incelenecek olursa eğer izleyici İncil’de söylendiği gibi insanın doğa üzerinde hâkimiyeti olması gerektiği fikrine katılmıyorsa, sanat eserindeki fikri UV ışınlarını açıp genleri mutasyona uğratabilir. Ancak yaparsa, doğa üzerindeki kendi gücünü kabullenmiş olup, kendiyle çelişir. Aksi görüşe sahip olan izleyicilerse, tam aksi ama eşit karmaşıklıkta bir ikilemde kalırlar. (Wikipedia) “Gösteri sonrasında DNA’da gerçekleşen mutasyonla, orijinal cümle değişmiştir (Şekil 68). Çalışma bağlamında cümleyi değiştirme yeteneği sembolik bir jesttir: anlamını, miras aldığımız biçimde kabul etmediğimiz ve yeni anlamların onu değiştirmeye çalışırken ortaya çıktığı anlamına gelir (Kac, Genesis).



Şekil 68- Eduardo Kac, Genesis, DNA Çözümlemesi, 1999 (Kac, 2001)

Kac 2000 yılında biyo sanat üzerine yapılan etik tartışmalarını tetikleyecek bir esere imza atmıştır. “GFP Bunny” eserinde Alba adını verdiği albino tavşana genetik mühendislik yöntemleriyle yeşil florasan genini aktararak transgenik ünik bir tür elde etmiştir (Şekil 69) (Philipkoski, 2002).

Transgenik sanat, yaşamın ve biyoçeşitliliğin biçimsel yönlerinden ziyade sosyal yönü vurgulayan bir estetik kavramı sunmaktadır. Genomik seviyede kesin bir çalışmayı içeren ve türler kavramının akışkanlığını giderek daha transgenik bir sosyal bağlamda ortaya çıkaran genetik saflık kavramlarına meydan okuyor.” (Kac, GFP Bunny, Tarihsiz) cümleleriyle etik yargılamalara cevap vermektedir. Uygun ışık ortamında yeşil renkte parlayan tavşana florasan gen Aequoera Victoria türünde bir deniz anasından aktarılmıştır (Galerie Charlot, 2019).



Şekil 69- Eduardo Kac, GFP Bunny, 2000 (Kac, Tarihsiz)

Alba'nın transgenetik bir eser olup asla üreme projesi olmadığına altını çizen Kac iki projenin birbirinden bağımsız ve kendi kuralları olduğunu hatırlatarak Transgenik Sanat bağlamında estetik kelimesi, yaratılışın, sosyalleşmenin ve yerel bütünleşmenin tek bir süreç olduğu anlamına geldiğini savunur (Kac, GFP Bunny). Tıpkı Stelarc'ın Ear on Arm eserinde olduğu gibi Alba'da sanat ve bilim arasında gidip gelen bir kategoriye sahiptir. Stelarc öz iradesiyle kendi bedeni üzerinde çalışmalar yapmasından dolayı etik yönleri kişiye ait kararlar doğrultusunda sorgulanamıyor olsa da GFP Bunny için durum farklıdır. Yaşayan bir canlıya doğal olmayan özellikler eklenmesi yoluyla (her ne kadar aktarılan florasan genin canlıya bir zararı olmadığı iddia edilmişse de) elde edilen biricik Frankenstein-vari yaratığın yaşam haklarına kendi iradesi dışında müdahale edilmiştir denilebilir. Pennsylvania Üniversitesi, Biyo Etik Merkezi yöneticisi Arthur Caplan “Etik olarak genetik oynamaların sanat ve sergileme amaçlarıyla yapılmasını onaylamıyorum. Bu bir taciz” (Connolly, Keller, Leever, & Cox White, 2009, s. 130) diyerek genetik mühendisliğine dayalı sanatın, ne tür bir genetik araştırmanın kabul edilebilir olduğu konusunda tehlikeli bir emsal teşkil edebileceğini sorgulamaya iter. (Association for Practical and Professional Ethics, 2005) Bu yorumların yanı sıra bazı tıbbi etik yazarları Kac'a “sorumluz” demektedir. Bir sanat eleştirmeni “Niyetlerinizin saflığı önemli değil. Sanat Hizmetinde bir Hayvan Yaratmak kesinlikle umursamaz ve kaba görünüyor ve umursamaz ve kaba insanlar tarafından kullanılacak. Sanatını en kötü mazeretler ile yapacak sayısız diğerleri için sessiz bir ciro.” (West) sözleriyle ağır eleştirilere maruz

kalsa da sanatçı Kac, anlaşmazlık da dahil olmak üzere çalışmaları hakkındaki tüm perspektifleri sosyal açıdan önemli ve önemli görüyor. (Kac, GFP Bunny) Kac;

GFP Bunny projesini hem gerçek tavşandan hem de yarattığı tartışmadan ibaret olarak tanımlar. Sadece sanat üretmiyor, tuvalin boy ölçüşemeyeceği şekilde toplumumuzu da zorluyor. Kac'ın eserinin bir kataloğunda Gerfried Stocker, “Yaşamın temsili ve simülasyonundan yaşamın yaratılmasına ve biçimlendirilmesine devam edersek, o zaman bu sanatın yok olamayacağı bir alan” dedi. (Schnee, 2000)

Sanatçı yankıları yıllar sürecektir tartışmalı tavşanından sonra 2003 yılında başlayıp 2008 yılında tamamladığı “Natural History of Enigma” eserler serisini hazırlar (Şekil 70). Kendi genetik diziliminini petunya çiçeğine aktararak kendi DNA'sının çiçeğin damarlarında dolaşmasını sağladığı transgenik eseri Edunia, bu eşsiz çiçeğin sınırlı sayıda tohumlarının litografik paketleri “Edunia Seed Pack Studies”, kamusal heykel “Singularis”, sulu boya çalışmalar “Mysterium Magnum I-VI” ve çiçeğin fotoğraflarından oluşan “Plantimal I-VI” bölümlerinden oluşan eserler dizisidir (Kac, Tarihsiz).

Megan Gambino; “Eduardo Kac'ın çalışması, biyomedikal dünya zaten ilaç için genetik olarak mühendislik yapan bir konu olduğu için tartışma konusu olmamalıdır. Dahası, Kac'ın çiçeğinin gizli bir amacı yoktur. Basitçe daha derin bir anlama benzeyen bir vizyon olarak geliştirildi. Onun tek amacı sanatsal olarak takdir edilmek.” (Gambino, 2013) sözleriyle zaten dünya üzerinde yapılmakta olan transgenik uygulamalara dikkat çeker ve sanatçının geçmişteki mimli eserine de atıfta bulunarak bir bakıma sanatçıyı desteklemektedir.



Şekil 70- Eduardo Kac, Natural History of Enigma, 2008 (Kac, 2019)

Sanatçı aktarım için seçtiği genin yabancı cisimlerin tanımlanmasından sorumlu olduğunu söylüyor. Bu çalışmada, ötekine entegre ettiğimi diğerini tanımlayan ve reddeden tam anlamıyla, yani kısmen çiçek ve kısmen insan olan yeni bir benlik türü yarattığından bahsediyor. (Kac, Natural History of the Enigma) Kac eserler serisinin özeti olacak biçimde şu cümlelerle projenin amacından bahsetmektedir; eser farklı türler arasındaki yaşamın temâsının bir yansımasıdır. Kanın ve bitki damarlarının kırmızılığı, yaşamın daha geniş yelpazesindeki ortak mirasımızın bir göstergesi olarak kullanır. İnsan ve bitki DNA'sını bir çiçekte, görsel olarak dramatik bir şekilde birleştirerek, farklı türler arasında yaşamın temâsını öne çıkarıyorum (Phong, 2013).

Tükürükten, insan dışkısına, bakteriler kullanarak reproduksiyon eserler yapmak ya da özgün eserler üretmekten, bedeni bir medya olarak kullanarak insan biyolojisini yeniden anlamlandırmaya çalışmaya, türler arası geçişlere, biyo-sanat türlü şekillerle sanatçının kendisini her dönemde olduğu gibi biraz radikal, biraz demokratik olarak tanımlayabileceğimiz şekilde ifadesine imkân veren bilimle sanatın buluştuğu yepyeni bir platform haline gelmiştir. Çağdaş Sanatın diğer çıktılarından kendisini biyo teknoloji ve laboratuvar iş birliği ile ayıran Biyo Sanat'ın, bu disiplinler ile karşılıklı denebilecek bir etkileşimi bulunmaktadır. Biyolojik bilimlerin hızla artan ivmesi günümüzde biyoteknolojinin felsefik ve sosyolojik bağlamda yaşam, toplum ve kültür üzerindeki etkilerinin de sorgulanmasına sebep olmuştur. Sanatçılar biyoloji ile etkileşime girdikleri bu yeni çağda sadece yeni teknik ve araçları değil aynı zamanda yeni etik ve ahlaki çıkarımlar da yapmaya başlarken izleyiciler de teknolojik ve biyolojik değişiklikleri

somut ve kavramsal bağlamla karşılıklarına çıkan eserler karşısında benzeri sorgulamalar yapmaya başlamıştır. Biyo-sanat eserleri sanat ve bilim arasında sınırları henüz kesin olarak çizilemeyen gri bir alanda varolmaktadır. Bu sebeple henüz tartışmalı etik sınırlara sahip olan biyo eserler izleyicisini kullandığı araçlar ve medyalar bakımından kendisini sorgulamaya iterken kritik ve ütöpik denebilecek konularıyla da sorgulamayı tetikler.

Eduardo Kac'ın öncülüğünde Marion Laval Jeantet, Benoit Mangin, Marta de Menezes, George Gessert ve Paul Vanousse Biyo Sanat eserlerinin tanım ve sınırlarını belirlemek için 2017 tarihinde bir manifesto yayınlamışlardır. Gün geçtikçe bu sınırlamaların bazıları yeniden tanımlanıyor olsa da konu hakkında ortaya çıkarılmış ilk manifesto şu şekildedir;

1. Biyo-sanat, DNA, proteinler ve hücrelerden tam organizmalara kadar biyo-materyal devamlılığında tam anlamıyla çalışan bir sanattır. Biyo-sanat, yaşam ve yaşam süreçlerini manipüle eder, değiştirir veya yaratır.
2. Biyolojik süreçleri manipüle ederken, biyo-sanat doğrudan yaşam ağlarına müdahale eder.
3. Doğrudan biyolojik müdahale olmadan, yalnızca akrilik, kâğıt, piksel, plastik, çelik veya benzeri türden maddelerden oluşan sanat, biyo-sanat değildir.
4. Tüm sanat materyallerinde etik etkiler vardır. İnsanlara ve insan olmayanlara karşı adil bir etik çerçeve belirlenmelidir.
5. Bazı biyologlar insani kaygıları ifade etmek için canlı medyayı kullanırken diğer biyo-sanatçılar insan olmayan organizmaları ve onlarla olan bağlarımızı tema alırlar.
6. Biyo sanat, biyoloji ya da yaşamla ilgili konuları tema haline getirmekle yükümlü değildir.
7. İzleyicilerin biyo-sanatın yaşayan bir organizma olduğunu ve biyo-sanatın politik, sosyal, kültürel ya da etik çıkarımlara sahip olduğunu sanatçı açıkça belirtsin ya da belirtmesin kabul etmesi gerekmektedir.
8. Biyoloji, biyoloji ya da yaşamla ilgili konuları tema haline getirmekle yükümlü değildir.
9. Biyo-sanat, insan ve insan olmayan, yaşayan ve yaşamayan, doğal ve yapay arasındaki sınırlara meydan okur. (Kac, ve diğerleri, 2017)

Bir grup sanatçı tarafından yazılmış bu manifesto bir kısım sanatçı tarafından kabul edilse de bir grup tarafından reddedilmektedir. Özellikle üçüncü maddeye katılmayan sanatçıların biyo sanat bağlamında yaptıkları eserlerin teknik anlamda “biyolojik” bir yeri olmasa da ideolojik bağlamda antroposen dönem ve yaşam

üzerine yaptıkları yorumlamalarla biyo sanatın değindiği noktalar üzerinde çalışılmış işler olması bakımından biyo sanat kategorisinde değerlendirilebilmektedir.

3.3.4 Biyo Sanat ve Multimedya

3.3.4.1 Vincent Fournier

Fotograf sanatçısı Vincent Fournier, Eduardo Kac ve diğer sanatçıların hazırladığı manifesto çerevesince biyo sanatçı değildir, ancak ürettiği eserlerin ideolojileri bakımından incelendiğinde yaşamın gelecek zamandaki halini yansıtmaktadır ve denilebilir ki biyo sanat eserleri üretmektedir. Post Natural History (2012- devam etmekte) eserler serisi projesinde gelecek çağlarda hayvanların antroposen dönemde ve sonrasında, iklim değişiklikleri karşısında, sert ve acımasız yaşam ortamlarında hayatta kalabilmelerini sağlamak amacıyla sanatçının hayvanlar üzerindeki “evrim” önerileri yansıtılmıştır (Şekil 71) (The Bio-Hackers,2019). Bu hibrit ve egzotik tarzlarıyla hayvanların insan isteklerine daha iyi adapte olabilmesi ve insana rağmen yaşayabilmesi amaçlanmıştır. Sanatçı eserini “hafıza ve hayal ürünü sınırlarında” olarak tanımlamaktadır, grotesk ve gerçeküstücü fikirlere sahip bu eserler fotorealistik bir fotomanipülasyon tekniğiyle hazırlanmış olup her bir fotoğraf altında bilimsel bir açıklamaya yer verilerek sebep ve sonuç ilişkilerine değinilmiştir (Myers, 2015, s. 25).



Şekil 71- Vincent Fournier, Post Natural History, 2012, Devam Etmekte (Fournier, 2012)

3.3.4.2 Spela Petric

Islak medya çalışmalarının yanı sıra Eduardo Kac ve diğerlerinin manifestosunun sınırlarının ötesinde iş yapan sanatçılardan diğeri de Slovenya’lı biyo sanatçı Špela Petrič’tir. Sanatçı; (Biyo) teknolojik toplumlarımızın ontolojik ve epistemolojik temellerini ortaya çıkarmak ve mümkün olan bitişğinin kapsamına meydan okumak için tuhaf ilişkiler kurgulayan sanatsal deneyler öngörmektedir (Spela Petric, 2014). 2014 yılında Pei-Ying Lin, Dimitris Stamatis ve Jasmina Weiss ile bilim adamı ve sanatçılar olarak iş birliği içerisinde geliştirdikleri Plant Sex Consultancy projesiyle ıslak biyoloji uygulaması yapmadan biyo sanat eseri ortaya çıkaran sanatçılardan biridir (MG+MSUM, 2019). Müşterilerinin doğal üreme süreçlerini geliştirmek amacıyla geliştirilmiş projede “müşteriler” bitkiler ve geliştirilmiş araçlar bir bakıma “seks oyuncakları”dır (PSX Consultancy, 2019). Tüm canlılar tarafından paylaşılan üreme, canlıların tümünün evrimsel sürecinde yeri olan bir olgudur. Bitkilerin üreme davranışının sanat ve bilimi üzerine araştırmalar yapılan projede tıbbi cihaz ve erotik donanımlar arasında kalan kavramlar bitki merkezli tasarımlarla oluşturulmuştur (Bakke, 2019). Sanatçı; “...bu proje ile tasarlanan arttırmalar, tasarlanan çözümlerden ziyade kritik söylemsel nesnelerdir. Bunlar, İnsanın Öteki’yi “hissetme”nin tezahürü ve doğaya paradoksal bir yararın yardımsever bir yansımasıdır (PSX Consultancy, 2019) sözleriyle projenin türler arası kavramların üzerine bir bakış niteliği taşıdığından da bahseder.

PSX Consultancy'nin misyonu, bitki müşterilerinin çeşitli potansiyel taleplerini karşılamak, doğadan ve kültürden ilham alınarak, türlerin hayatta kalmasının temellerinden biri olarak bitki cinsiyetinin zevkini ve (yeniden) üretkenliğini artıracak şekilde tasarımları arttırmaktır. (Şekil 72) (PSX Consultancy, Tarihsiz)

Proje kapsamında sorunlarına çözüm bulunan “müşterilerden” biri Canna Zambağıdır. Normal şartlar altında tropik bir bitki olan ve sinekkuşları tarafından poleni taşınan bitkinin ılıman iklimlerde yetişenleri arılar tarafından polenlenir. Sinekkuşları uzun gagaları sayesinde çiçek tüplerinin diplerinde bulunan nektarı alarak dolayısıyla polenleşmeyi sağlarlar. Turuncu renk seçilimi çok düşük olan arılar, nektarların bulunduğu tüplere sinekkuşları gibi polenlere sürtüneceği şekilde üstten ulaşamazlar bu

yüzden birçoğu tüplerin yanlarında delikler açarak gıdaya ulaşarak polenleme yapmamış olurlar. Bu soruna çözüm üreten “danışmanlık” çiçeğin strüktrünü geliştirir. Çiçek tüplerinde konumlanan poleni arıların erişebileceği seviyeye çıkartan bir yapı destek elemanı geliştirilip, arıların algılayabileceği sarı renk kullanımıyla arıların hem polenleme yapıp hem de beslenebilecekleri bir düzenek oluşturularak soruna çözüm bulunur. (The Canna Lilly Enfeatured with Bees)



Şekil 72- Spela Petric, PSX Consultancy, 2014 (PSX Consultancy, 2019)

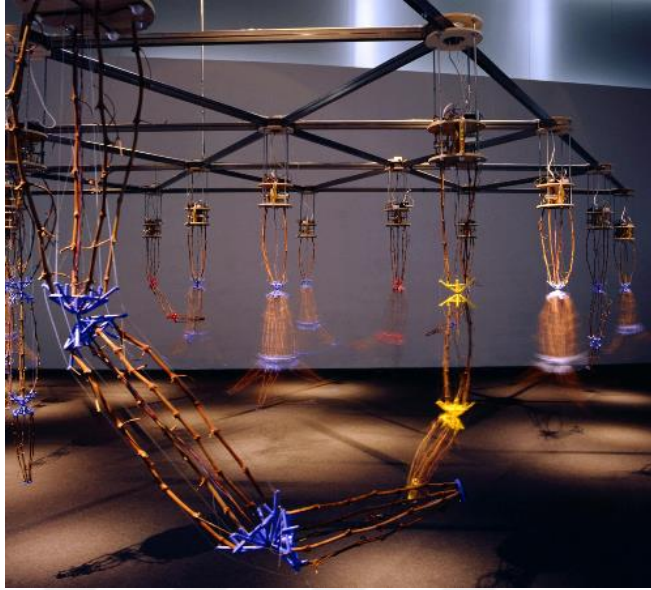
3.3.4.3 Ken Rinaldo

Biyolojik dünya yalnız bakteriler, organizmalar, bitkiler ve insanlardan oluşmaz çevremizde gördüğümüz canlı ya da cansız her şey doğanın bir parçası ve insanlık için yeni bilgiler edinebileceği dev bir kütüphanedir. Hayvanlar türleri ne olursa olsun insanlara en çok benzeyen canlılar olarak sınıflandırılırlar. Anlaşmak için kendi biyolojik yapılarına uygun bir dil, hayatta kalmak için gerekli bilgiler ve bir topluluğun o ya da bu şekilde bir parçası oldukları için davranış biçimleri bulunur. Ken Rinaldo doğal ve teknolojik sistemler ve entegrasyonları üzerinde çalışmalar yapan Amerikalı bir sanatçıdır (Wikipedia 2019). 1992 yılında Mark Grossman ile yaptığı The Flock eserinde kuşlar, balıklar ve yarasalar gibi sürülerin, sürü içerisinde bir diğerinden sorumlu hale gelen ve bir diğerinin davranışlarının farkındalığı içerisinde hareket ettikleri doğal davranışlarını taklit eden müzikal interaktif bir heykel projesinden yola çıkışla, 2000 yılında bu projenin geliştirilmiş bir versiyonu olan yine interaktif bir müzikal heykel ve robot grubu olarak tanımlanabilecek projesi olan Autopoiesis enstalasyonunda, bireysel

olarak tasarlanmış kollar çevrelerindeki değişimlere cevap verecek şekilde değişmektedir. Autopoiesis, halkla etkileşime giren ve sergideki katılımcıların varlığına ve ayrı heykeller arasındaki iletişim temelinde davranışlarını değiştiren, on beş müzikal ve robotik heykelden oluşan yapay bir yaşam robotik serisidir (Şekil 73)(Rinaldo, 2000). Ken Rinaldo Autopoiesis hakkında, genel olarak geleneksel robotikteki antropomorfik varlıkları düşünürken, alandaki çevresel kurulumları atlamamıza gerek olmadığını, aslında, bunun gibi sürükleyici sistemler tartışmalı bir şekilde bize robotiğin potansiyeli ve bir “bedenin” ne olabileceği hakkında daha fazla şey anlattığını belirtir (Autopoiesis, 2019).

Bu proje aslen Ken Rinaldo ve Mark Grossman tarafından 1992 yılında yapılmış The Flock adlı eserin bir evrimi olarak karşımıza çıkmıştır. Autopoiesis projesinin ilham kaynağı olan bu eserde de yine bir dizi interaktif kol ve üzerlerinde çevrelerini algılamalarını sağlayan infrared sensörler bulunmaktadır ve telefon tonlarıyla, çünkü bu ton tıpkı yeşil ekranda olduğu gibi çevresel elemanlarda doğal olarak bulunmadığından çevre seslerinden ayrıştırılabilmesi en kolay ses tonudur, kendi aralarında iletişim kurmaktadır. Sitesindeki açıklamaya göre

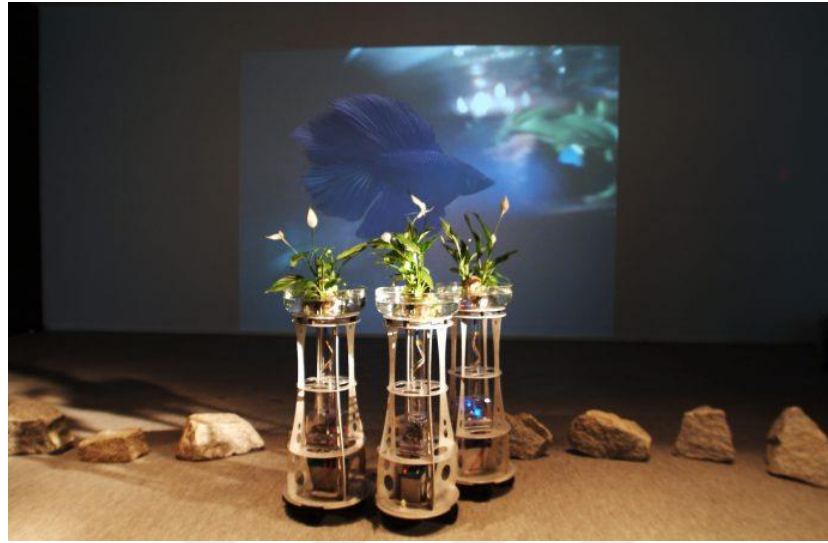
“Sürü yapma davranışları, bir dizi hayvanın veya bir yaratık olarak hareket eden yapay yaşam formlarının özelliklerini gösterir. Bireysel akın üyelerinin diğer akın üyelerine göre konumlarının farkında olmalarını gerektiren karmaşık, birbirine bağlı etkileşimlerdir. Bu, her heykel için dinamik bir çekim ve itme durumu yaratır. Burada, katılımcılar ve diğer heykeller, çevre olarak, formu etkiler ve form, çevreyi değiştirir, bu da formu tekrar etkiler, sonsuzdur.” (The Flock)



Şekil 73- Ken Rinaldo, Autopoiesis, 2000 (Rinaldo, 2000)

Sürülerin iletişim ve etkileşimi inceleyip taklit eden iki etkileşimli proje sonrasında Rinaldo türler ve topluluklar arası iletişimi inceleyerek 2004 yılında “Augmented Fish Reality” projesini sunar (Şekil 74). Beş adet hareketli robot akvaryumdan oluşan enstalasyonda, araştırmacıların da artık hemfikir oldukları balıkların sanılandan daha zeki olduğu bilgisinden yola çıkışla Kavgacı Siyam balıklarının⁴⁹ akıllı donanım ve yazılım aracılığıyla akvaryumlarını kontrol etmelerine izin verilmektedir (Sterling, 2010). Akvaryumların etrafında bulunan dört adet infrared sensör ile balıkların akvaryumun kenarına yüzmesiyle akvaryumun dört yana hareketi sağlanmaktadır (Cloutier, 2006). Katılımcıların (izleyicilerin) galeriye girmeleriyle izleyici-eser etkileşimi sağlayan projede balıkların insanları gıda ile ilişkilendirmeleri sebebiyle izleyicilerin pasif, çünkü balıklar projenin ana unsurudur, tetikleyici görevleri bulunmaktadır. Balıkların süreç içerisinde akvaryumu kendilerinin iradesiyle hareket ettirdikleri bilgisine sahip olup olmadıkları bir soru işareti olsa da rastgelelik ilkesiyle kabul gören projede hayvan-insan-çevre iletişiminin gri bölgelerini oluşturan sorulara yanıt bulmak sanatçı için ön plandadır (Rinaldo, 2019).

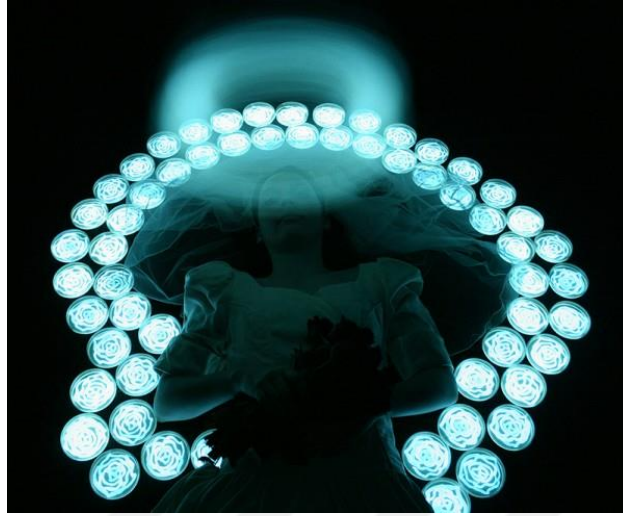
⁴⁹ Betta cinsine ait bir balık türü. Yaygın olarak akvaryumlarda yetiştirilir. İki erkek aynı akvaryumda tutulursa ölümüne kavga ederler, bundan dolayı da adı Kavgacı siyam balığı olmuştur.



Şekil 74- Ken Rinaldo, Augmented Fish Reality, 2004 (Rinaldo, Tarihsiz)

3.3.5 Malzeme Olarak Bakteri Kullanımı

Çağdaş sanatın bilim ile birleştiği Biyo Sanat eserlerinde ayrı kategoriler bulunmakta ve kimi sanatçılar canlı kimileri cansız biyoloji ile ya da atıflarla eserler üretmektedir. Bakteriler ile eserler yaratmanın artık alışılmış bir uygulama olduğu ıslak biyoloji kategorisinde eserlerinde biyoloji, genetik, mikrobiyoloji, biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinden yararlanan aslen bilim insanı olan Hunter Cole gelenekselden Postmodern’e sanatında farklı teknik ve materyallere yer verdiğini söyler (Cole, Tarihsiz). 2005 yılından beri floresan proteinleri ortaya çıkaran bakteriler ve biyolüminesan bakterilerle çizimler yapan Cole aynı zamanda bu ışık yayan bakterilerin ışığında insan ve nesnelerin fotoğraflarını çekmektedir. “Yaşayan Çizimler”iyle sanatçı yaşam ve ölüm döngüsüne atıfta bulunmaktadır (Cole, 2019). Büyüyüp gelişerek ışık yayan bakteriler yaklaşık iki haftalık bir zaman içerisinde yavaşça ölürken sanatçı bu süreci müzikal bir filme almıştır (MedinArt, 2006). Biyolüminisan Düğünler adlı sergisinde ise biyolüminesan eserleriyle aydınlatılmış insanların düğün fotoğrafları kurgusuyla fotoğraf çekimleri de yapan sanatçı, biyolüminansın doğadaki işlevi olan “eş bulma” görevine dikkat çekmektedir (Şekil 75) (Interalia Magazine, 2016).



Şekil 75- Hunter Cole, Angel Bride, Bioluminescent Wedding Series, 2014-2017 (Cole, 2017)

3.3.6 Biyo Lablar

2000’li yıllarda teknoloji ve bilimlere olan sanatçı eğilimi oldukça artmıştır dolayısıyla çeşitli kurumlara ihtiyaç da doğru orantıda artmıştır. 2000 yılında biyolog Miranda Grounds, sinirbilimci Stuart Burnt ve sanatçılar Oron Catts ve Ionat Zurr tarafından Batı Avustralya Üniversitesi Anatomi ve İnsan Biyolojisi okulunda⁵⁰ sanatsal bir araştırma laboratuvarı olan SymbioticA kuruldu (Symbiotica, 2019). Laboratuvar biyoloji ve yaşam bilimlerine sanatsal bir bakış açısıyla bakmakta ve birçok Çağdaş Sanat, bilim ve biyo sanat projesini araştırmak, geliştirmek ve yürütmek için kullanılmaktadır. SymbioticA, disiplinlerarası bir araştırma laboratuvarı olarak kurulmuştur (Wikipedia, 2019). Symbiotica, yeni teknolojiler için yenilikçi yönleri ve toplum üzerindeki etkilerini araştırmak, tek başlarına veya disiplinlerarası araştırma ekiplerinde, çalışmak için sanatçıları, araştırmacıları, öğrencileri ve alimleri ağırlamaktadır (Symbiotica Lab, 2019). Deneyimsel uygulamaya vurgu yapan SymbioticA, bilimsel bilgi etrafında kültürel fikirlerin daha iyi anlaşılmasını ve ifade

⁵⁰ University of Western Australia’s School of Anatomy and Human Biology

edilmesini teşvik eder ve yaşam manipülasyonunun etik ve kültürel konularının eleştirisini bilgilendirir. (SymbioticA, The University of Western Australia, 2019)

Oron Catts, yaşam bilimlerinde yaşananlar heyecan verici, ama gerçekten onunla ilgilenilecek bir kültürel dile sahip olmadığımızı bunu bilim laboratuvarı dışında dile getiremeyeceğimiz belirterek bu sanatsal laboratuvarın toplumsal ve kültürel anlamda disiplinlerin birbirlerini anlamalarını sağlayacak, ortak ifadelerin de bulunmasına katkı sağladığını savunur. Kısaca; SymbioticA ayrıca mühendislik dilinin biyolojiye nasıl filtre edildiğini de araştırmaktadır. (King, 2011)

Bilim ve sanat arasında kalmış biyo eserlerin üretiminin yapılmasına olanak veren Symbiotica gibi sanatın bilime kaynaşmasını destekleyen uluslararası ve interdisipliner kolektif sanat organizasyonlarından, sanatsal ve bilimsel forumlara katılım gösteren kurumlardan bir diğeri de biyoloji ile sanat yapan sanatçılardan Laura Cinti'nin kurucu ortağı ve sanatçı Howard Bowland ile eş direktörlüğünü yaptığı C-LAB'dir. Web sitesinde yazan açıklamasıyla; "C-LAB, sanat ve bilimin eleştirel ve çağdaş birleşmeleriyle uğraşan bir sanat kolektifi ve organizasyonudur. Hem organik hem de sentetik yaşamı kapsayan sanatsal anlamsal keşifler ve özgüllüklere odaklanır." C-LAB çalışmalarına örnek olarak Laura Cinti'nin 2001 yılında hazırladığı kısaca insan genetik materyalinin katkıları genomuna entegrasyonu projesi olan "The Cactus Project" (Kaktüs Projesi) adlı eseri verilebilir (Şekil 76).

Yaşayan transgenik bir eser olan Kaktüs Projesinde keratin genlerinin kaktüs genomuna entegrasyonu ile genetik materyalin bir türden diğerine aktarımı sağlanarak kaktüsün dikenler yerine insan kılı çıkarması sağlanmıştır. Lesmutants.com'da Esther Quintero tarafından Laura Cinti ile yapılan röportajta eseri ile ilgili soruları yanıtlamıştır. Çalışma alanı olarak kaktüsü seçme sebebini çoğunlukla monolitik görünen ve aynı zamanda masum, büyüyen dikenleriyle korunan etli yapıları olduğunu belirtir. Öte yandan saç üreme belirtisi bedenimizin cinselleştirilmesinin bir ifadesiyken dönüşüm sürecinde aseksüel steril bir işlem cinsel olarak kalan transgenik kaktüs tarafından ters çevrilmil ve genetik mühendisliği alt üst eden büyüleyici bir anlamsak yapı üretmiştir (Cinti 2019).

Quintero'nun "İnsanlar tarafından yeni türden bir yaşam yaratılmasının, kibirimizin ahlaki bir günahı mı yoksa yaratıcılığımızın doğal bir meyvesi mi olduğunu düşünüyorsunuz?" sorusuna "Sibernetik paradigmalardan biri bize evrimleşme kabiliyetini geliştirdiğimizi söyler. Genetik ve biyoteknoloji alanında sanatla ilgili ilginç olanın, neyin yaratılabileceği ve iletilebileceği konusunda alternatif araştırmalar sunduğunu hissediyorum. Doğal olan ve olmayanın ötesinde olduğumuzu düşünüyorum." (Cinti, 2019) diyerek bu üretimlerin ve araştırmaların sonucu olarak doğal olarak sahip olduğumuz evrim sürecindeki gelişim ve dönüşüm halkalarından birisi olduğumuzu düşündüğünü belirtmektedir. Bu tarzda geliştirilen projeleri bir takım izleyiciler "sapık" olarak değerlendirse de sanatın bilimden farklı etik değerlerle yargılandığı gerekçesini düşünerek bu gibi sanat-bilim eserlerinin bilimsel gelişmelere destek olacak nitelikler taşıdığını ve sapıklıklarının çoğunlukla alışılmışın dışında, natürel olmayan yapıları gerekçesiyle olduklarından ancak zaman ve gelişen teknolojik gelişimler içerisinde (kaldı ki bir dönem Rönesans heykel eserleri de sapıkça olarak anılmaktaydı, çağlar içerisinde unik eserler sıfatını taşımaya başlayarak çıplaklıkları göz ardı edilmiştir. alışılmış olarak kabul edilebilecekleri ihtimallerini de unutmamak gereklidir.

"Genetik seviyede organizmalar tasarlama ve yaratma konusundaki yetkinliğimiz, neyin doğal olduğunu ve neyin sapık/sapkın olduğunu yeniden tanımlamak için uzun bir yolculukta atılacak adımlardan biridir. Bu tartışmanın merkezinde, teknolojinin kendisinin tarafsız olduğunu hatırlamalıyız. Yalnızca insanlar teknolojiyi kullanmaları ve çeşitli gündemlerin peşinde koşmalarıyla, eylemliliği ve sonuçları etkileyebilir. Tabii ki, bu teknoloji kullanımından kaynaklanan "yeni doğanın" tehlikeli olabileceği de doğrudur: kendimize, diğer türlere, genel olarak yaşamın canlılığına. Biyo sanatçılar, şu anda sınırlı bir dil ve anlayışa sahip olduğumuz bu gerçekleri göstermede burada önemli bir rol oynamaktadır. Yeni teknoloji, her biri olası gelecekleri temsil eden karanlık odalara açılan birçok kapı açtığında, biyo-sanatçılar bu yeteneklerini insanlığı aydınlatacak pencereleri oymak ve insanların kendi konumlarını keşfetmelerine ve seçmelerine yardımcı olmak için kullanabilirler." (Holzer, 2015)

This Mortal Flesh: Incarnation and Bioethics'te Yaratılış, Yaratıklar ve Yaratıcılık adlı bölümde Kaktüs Projesi için projenin anlamını açıklayacak nitelikte şu cümleler yazılmıştır. "Kaktüsler güzellikleri ile tanınmazlar ve "kamış"ndaki dikenler, anti cinsellik kokar, insan saçı geninin eklenmesi kaktüsü "cinsel sembole" dönüştürür. Sanatçının amacı, "genetik mühendisliği çevreleyen kültürel iklimle rezonans eden" bir

“sapkınlık” yaratmaktı. Kaktüs; çıkan saçlarıyla tüm arzularını ve cinsel işaretleri göstermektedir.” (Waters, 2009, s. 168)



Şekil 76- Laura Cinti, The Cactus Project, 2001 (This is Alive, 2001)

Biyo Sanatın giderek yaygınlaşmasıyla sanatçıların bilime erişiminin artması ve bişim işbirlikçilerinin desteklerini alma ihtiyaçları giderek arttı. Dünyanın çeşitli yerlerinde laboratuvar-sanatçı birlikteliklerini desteklemek ve çok disiplinli bir ağ için bazı oluşumlara olan ihtiyaç arttı. Sanatçıların biyoteknoloji araştırmacıları ile iş birliği yapabilecekleri bir dizi sanat sergisi ve konferanslarla Biyo Sanat olarak adlandırılan alanı büyütmek ve sanatçıların kullanması için bir çalışma tesisi oluşturma amacıyla New York'ta bulunan Rensselaer Polytechnic Enstitüsü'ndeki Biyoteknoloji ve Disiplinlerarası Çalışmalar Merkezinde Mart 2007'de mühendislik hayatının etiği ve estetiğini incelemek üzere SymbioticA oluşumundan esinlenilerek Bio Sanat Girişimi projesi yaratıldı. (Bioart Initiative at Rensselaer, 2019). Girişim, gelişmekte olan biyoteknoloji alanına entegre olan etik ve estetik konularında ilgilenen bir grup sanatçı tarafından başlatıldı. Amaç, yaşam bilimlerinin uzmanlık söylemiyle toplumun sosyal ve kültürel etkilerinin anlaşılması arasındaki boşluğu doldurmaktı (High, The BioArt Initiative, 2019).

2008 yılında Rensselaer Enstitüsünün bünyesindeki Biyo Sanat Girişimini takiben Hollanda Leiden Üniversitesi – Fen Fakültesi, Leiden Kimya Enstitüsü, Gorlaeus Laboratuvarları bünyesinde Sanat ve Genomik Merkezi (The Arts & Genomics Centre) kurularak bilim ve sanat bağını güçlendirecek yeni bir merkez kuruldu (The Arts & Genomic Centre, 2019). Merkez; sanat ve genomik etkileşimlerini araştıran ve görsel sanatların genomik araştırma sonuçlarının eleştirel değerlendirilmesinde ve yayılmasında kendine özgü rolünü tanımlamayı ve analiz etmeyi amaçlayan Yeni Temsilcilik Uzayları Programının sonuçlarına dayanmaktadır. Bu nedenle kamuoyundaki tartışmayı amaçlar, araçlar, genomik sonuçlarının kullanımı tartışmalarını genişletmeye, Biyo-genetik Sanat’ın özel bakış açısını oluşturmaya ve yeni izleyiciler için ilgi alanları geliştirmeye çalışmaktadır.” (The Arts & Genomics Centre, 2019)

2008 yılında Lapland Finlandiya’da Helsinki Üniversitesi Kilpisjärvi Biyolojik İstasyonunda biyoloji, ekoloji ve yaşam bilimlerine önem vererek sanat ve doğa bilimleri etrafındaki etkinlikleri geliştiren, üreten ve kolaylaştıran bir dernek olan Finlandiya Biyo Sanat Derneği (The Finnish Society of Bioart) biyo sanatçıların buluşmalarına ve gelişmelerine olanak veren bir platform olarak diğerlerine eklendi. (BioArt Society, 2019). Derneğin alt kollarında; sanat ve bilimin birlikteliğini amaçlayan bir laboratuvar olan SOLU Space ve Helsinki Üniversitesi Kilpisjärvi Biyolojik İstasyonu ile işbirliğiyle Kuzey Kutbu ortamları üzerinde incelemeler yapan Ars Bioarctica ve Field_Notes saha kampı, melez ekolojileri, çevremizin teknolojiyle bütünleşmesini ve temel olarak gezegenimizin insan etkinliği yoluyla kasıtlı ve kasıtsız dönüşümünü araştıran bir Nordic ağ programı olan Hybrid Matters, sanatçılar, bilim adamları ve diğer uygulayıcılar için sentetik biyolojinin fikirlerini ve tekniklerini ve bunun politik, sosyal ve kültürel etkilerini işbirliği içinde keşfetmek için yoğun bir değişim laboratuvarı olan Making_Life oluşumları bulunmaktadır ve diğer kolektif yapılaşmalar gibi etkinlikler, kurslar, konferanslar, atölye çalışmaları, sergiler, seminerler, eser üretimleri ve en önemlisi Fin sanatçıların kendilerini tanıtabilecekleri bir platformdur (BioArt Society, 2019).

Sanat ve bilim birlikteliğine ortam sağlayan “neo” laboratuvarlardan, girişimlere ve derneklere biyo sanat oldukça hızlı bir biçimde toplum tarafından kabul görürken 2010 yılında Edinburg ve Stanford Üniversiteleri de bir araya gelerek sentetik biyoloji ve

tasarımı bir araya getiren ilgi çekici bir organizasyon tasarladılar. Sentetik Estetik (Synthetic Aesthetics) projesi bilim ve sanat arası etkileşimin en iyi örneğini oluşturmak amacıyla çalışma alanı değişiminin gücüne inanarak tasarım ve sanatın sentetik biyolojiye olası katkılarını araştırmak amacıyla lojistik ve metodolojik nitelikte bir çalışma alışverişini öngörüyor: Tasarımcılar ve sanatçılar laboratuvarlarda altı bilim insanı ve mühendis sanatsal yaratıma yönelik atölyelerde ve mekanlarda iki hafta geçirecekler ve sonucunda ortaya yeni bir proje çıkaracaklar (Ghezzi, 2019). Proje iki sentetik biyoloji uzmanı olan Drew Endy ve Alistair Elfick ile iki bilim ve teknoloji araştırmacısı Jane Calvert ve Pablo Schyfter ve bir tasarımcının A. Daisy Ginsberg birlikteliğinden oluşmaktaydı. Sentetik Estetik projesindeki üyelerden tasarımcı, sanatçı ve araştırmacı Alexandra Daisy Ginsberg organizasyonu şu sözleriyle özetliyor;

“Sentetik Estetikte şunu soruyoruz: doğayı tasarlamak ne demektir, doğayı nasıl tasarlayabiliriz ve onu nasıl iyi tasarlayabiliriz? Yeni iş birlikleri başlatarak, sentetik biyoloji, sanat ve tasarım ile sosyal bilim arasındaki bölgeyi keşfettik ve geliştirdik. Tasarım, insan ölçeğinde bir dünya için mikroskobik varlıklar tasarlanırken neler önerebilir? Beceri ve fikir alışverişi, yeni zanaat ve iş birliği biçimlerinin geliştirilmesini sağlayabilir mi? Bu iş birlikleri, gelişmekte olan sentetik biyoloji alanını bilgilendirir ve şekillendirebilir mi? Sanat ve tasarım anlayışımızın sentetik biyoloji ile etkileşimi nasıl sınırlarını zorlayabilir?” (Ginsberg, 2019).

Sentetik Estetik oluşumunda ortaya çıkarılan projelerden biri Tokyo Waseda Üniversitesinde bir mikrobiyolog olan Hideo Iwasaki ve Batı Avustralya Üniversitesi'nde SymbioticA'da görev alan biyo sanatçı Oron Catts birlikteliğiyle üretildi. Siyanobakteriler üzerinde çalışma kararı alan ikili Biyojenik Zaman Etiket (Biogenic Timestamp) adını verdikleri projelerinde jeolojik ve biyolojik zaman arasındaki bağlantıları araştırmayı, zamana dayalı sanatsal uygulamalar ve sentetik biyolojideki yeni gelişmeleri kullanarak zamansallık ve yerleştirmenin maddi tezahürlerini farklı yönlerini araştırmayı hedeflediler (Şekil 77). Siyanobakteriler, yeryüzündeki en eski yaşam formlarından biri olan fotosentetik bakteriler, ana kartlardan büyüdükçe çözünen metalleri ve mineralleri emer ve yeniden düzenler. (Iwasaki & Catts, Tarihsiz) Sentetik biyologlar için canlı madde programlanabilir bir malzemedir. (Sterling, 2014) İzin verilen koşullar altında, kurulum dahil siyanobakteriyel türler, *Synechococcus*, "alkalin fosfataz"

aktive edici litifikasyon üretimini arttırmak için genetik olarak değiştirildi. (Iwasaki & Catts, Tarihsiz) Catts ve Iwasaki ortaklaşa projelerini şu cümleleriyle özetler;

“Doğada karmaşık değişiklikler yapmak için sentetik biyoloji kullandığımızda, bunu yapmak için genellikle kırılğan, insan yapımı bilgisayar sistemlerine güvendiğimizi unutuyoruz. “Biogenic Timestamp”, bakterilerin teknolojik oluşumlarımızı içselleştirebildiklerini ve istedikleri gibi değiştirebildiklerini açıkça göstermektedir. Bu proje tarafından gerçekleştirilen vaka çalışmasında, elektronik bileşenler genetiği değiştirilmiş mavi-yeşil alglerle maruz kalmaktadır. Sembolik tarzda, minik yaratıklar silikon, altın ve demir gibi elementleri bilgisayar donanımından alır, büyüdükçe yeniden sıralar ve böylece insan yapımı elektronik devrelerin doğrusal mantığını tamamen düzensizleştirir.” (Biogenic Timestamp, 2019)



Şekil 77- Oron Catts- Hideo Iwasaki, Biogenic Timestamp, Syntetic Aesthetics, 2010
(Biogenic Timestamp, Tarihsiz)

Sentetik Estetik bağlamında yapılan diğer iş birliği; doğada serbest halde yaşayabilen en basit canlı olan protocell’ler üzerine çalışmalar yapan bilim adamı Sheref Mansy ve özellikle teknolojinin çevre üzerine etkisi hakkında eserler üreten Alman sanatçı ve tasarımcı Sascha Pohflepp birlikteliğidir. Endüstri Çağı makineleri çevreyi değiştirmektedir, ancak çevre makineleri değiştiremez. Belki çevre ile birlikte gelişen canlı makineler hem gezegen hem de bizim için daha iyi bir denge kurabilir (Pohflepp & Mansy, 2012). Hayatta kalmak için gereken minimum yeterliliği sorgulayan Sheriff bu bağlamdan çıkışla yaşamın belirleyici özellikleri hakkında Pohflepp ile birlikte evrimleşebilirlik ve yaşamın diğer sistemlerden ayırıcı özelliği üzerine bir proje kurgusu

yaparlar. Eğer evrimi yaşamın tanımlayıcı bir özelliği olarak kabul edersek, o zaman yaşayan makinenin hayatta olması için evrimleşmek zorunludur, ancak evrimleştiği takdirde artık makinelerimizden beklediğimiz istikrarlı, öngörülebilir özelliklere sahip olmayabilir (Calvert & Schyfter, 2017).

“İnsanlık, hayvanların ve tarımın kullanımından, sanayileşmiş bir hareket makinesi ve son zamanlarda bilgi dünyasına doğru ilerlemektedir. Şimdi, yirmi birinci yüzyılın ikinci on yılında, ilerlemenin önde gelen anlatılarından biri “biyoloji yüzyılı”dır. Hayata gittikçe artan bir biçimde, bir mühendislik veya uygun bir şekilde tasarlanmışsa, bir yaşam ya da en azından yaşam benzeri makineleri yapmak için kullanılacak bir 'teknoloji' gibi görünen bir hareket kazanıyor. Cansız makineler yalnızca tarihe karışmış olabilir mi? Gelecekteki teknolojiler makineleri ve mühendislik yaşamını üçüncü bir forma dönüştürecek mi- yaşayan bir makine mi?” (Pohflepp & Mansy, 2012)

Diğer ortaklık ise sentetik biyolog ve yazar Christina Agapakis ve özellikle kokular üzerinde çalışmalarını eserlerine konu edinen sanatçı Sissel Tolaas tarafından yapılmıştır (Synthetics Aesthetics, 2019). Projelerinde bakteriler ve insanlar arasındaki çelişkili ilişkiye değinen ikili bakterilere karşı olan fikirlerimizi “peynir” ile keşfetmeyi hedefledi. Selfmade adını verdikleri projede insan vücudunda (eller, ayaklar, koltukaltları, burun, vb.) bulunan çeşitli bakteri kültürlerini toplayarak pastörize süte aşıladılar ve insan vücudunda kuluçkalayarak yenilebilir peyniri kültürlemiş oldular (Şekil 78) (Biomedica, 2019). Olafur Eliasson’un göz yaşlarını ve Michael Pollan’ın göbek deliğinden alınan bakteri kültürleri ile de toplamda 12 adet ünlü peynir yarattılar. Agapakis, peynirlerin her birinin donörün vücut kokusunun kokusunu ve tadını kokladığını söyledi. Agapakis proje üzerinde çalışılmaya başladığında sadece peynir ve kokulu vücut kısımlarının benzer koku moleküllerini paylaşmadığı gibi aynı zamanda mikrobiyal popülasyonları da nasıl paylaştığı bizi şaşırttı diyerek projenin amacına da atıfta bulunur (Agapakis, 2012). Proje, vücutta bulunan canlı organizmaların aynı zamanda gıdada da mevcut olduğunu ve bunun tersi olduğunu ve bu özelliklerin gelişmiş özelliklere sahip sentetik mikroplar oluşturmak için bu organizmalardan faydalanmak ve bunları manipüle etmek için mikrobiyolojinin nasıl kullanılabileceğini göstermeyi amaçlamaktadır. (Griffiths, 2013) Peynirleri yenmeyecek olsa da Agapakis ve Tolaas projenin çıktılarının bakterilerle ilişkilerimiz üzerine kullanılabileceğini bu bilgilerin

sentetik biyoloji alanında doğada bulunan bakteri türlerinin iş birlikleri ve farklı türlerin birlikte nasıl çalıştıklarının üzerinde yararlı olacağını düşünmektedir (Agapakis, 2019).



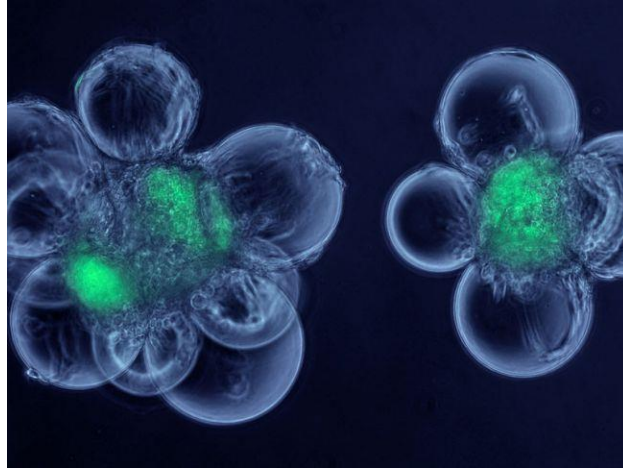
Şekil 78- Christina Agapakis- Sissel Tolaas, Selfmade, Synthetic Aesthetics, 2010 (Griffiths, 2013)

2011 yılı itibariyle biyo sanat laboratuvarlarına bir yenisi New York Görsel Sanatlar Okulu, (School of Visual Arts, New York) Güzel Sanatlar Bölüm başkanı Susan Anker tarafından kurularak sanat, bilim ve teknoloji ekseninde yeni kesişimler yaratma hedefiyle tam donanımlı olduğu kadar estetik yönleriyle de güçlü bir sanat-bilim laboratuvarı oluşturuldu (Ada, 2019). Yıl boyu öğrenciler için bir stüdyo alanı olarak hizmet verip, yaz döneminde konaklama programları düzenleyerek daima aktif kalmaktadır. İskeletlerden slayt koleksiyonlarına, fotoğraf ve video özellikli mikroskoplardan akvaryum, sulak alanlar ve kütüphanesiyle NATLab her alanda donanım sağlamaktadır (SVA, 2019).

2012 yılında ise sanatçı – bilim adamı iş birlikleri bir adım daha ilerleyerek bambaşka bir atılım yaptı. Deneysel Biyoloji için Amerikan Toplamları Federasyonu (American Societies for Experimental Biology) kısaca FASEB'in sahipliğini yaptığı dergi bilimin sanatsal yönüne katkıda bulunmak amacıyla bir Biyo Sanat Yarışması düzenledi (BioArt Image & Video Competition, Tarihsiz). Dergi, deneysel biyoloji ile

ilgili, bilimsel ilerlemeyi ve eğitimi destekleyen aylık yayımlanan bilimsel bir dergidir. FASEB Dergisi web sayfasındaki açıklamaya göre; “Her gün, bilimsel araştırmacılar araştırmalarının bir parçası olarak binlerce görüntü ve video üretir; ancak, laboratuvar dışında sadece birkaçı görülüyor. BioArt yarışması ile FASEB, bilim sanatını kutlayarak biyolojik araştırmaların güzelliğini ve genişliğini halkla paylaşmayı hedefliyor.” (BioArt Image & Video Competition, Tarihsiz) 2012 yılında ilk Bio-Art yarışması olarak yapılan organizasyonda, görsel olarak etkileyici ve biyomedikal araştırmalarda en son teknolojiyi gösteren 10 görüntü ödüle layık görüldü. (Live Science, 2012) Ödüle layık görünen eserlerden biri Douglas B. Cowan’a aittir (Şekil 79).

“Mikrografta, iskelet kasından izole edilmiş yetişkin kök hücrelerin büyümesini sağlayan, küresel mikro taşıyıcılara bağlı myoblast adı verilen hücreler gösterilmektedir. Kök hücreler yeşil renkte gösterilmiştir. Bu hücreleri bir biyoreaktörde birleştirerek, kas kök hücreleri sayıca büyük oranda arttırılabilir ve daha sonra myoblast "besleyici" hücrelerden ayrılabilir. Görüntü yapay “kök hücre fabrikaları” oluşturmayı amaçlayan çalışmalar sırasında üretildi ve Ulusal Kalp, Akciğer ve Kan Enstitüsü'nden NIH fonu tarafından desteklendi.” (Live Science, 2012)



Şekil 79- Douglas B. Cowan, Myoblast Hücreleri, FASAB Kazananı, 2012

SONUÇ

Canlı organizmaların, doğal seleksiyon yoluyla jeolojik zaman içinde iyi adapte edilmiş yapıları ve materyalleri, karmaşık insan sorunlarının çözümü için insanlar tarafından insanlık tarihi boyunca gözlemlenmiştir. Doğanın modelleri, sistemleri ve unsurlarını gözlemleyen ve bu gözlemler sonucunda doğayı taklit etmeye başlayan insan, Biyomimikri'nin de ortaya çıkmasına neden olmuştur. Doğada bulunan tüm canlı formlarının içerdiği matematiksel formülleri, formların yorumu ve teknolojiyle birlikte sürdürülebilirliği işlevsel stratejilerle insanlığın faydasına sunan Biyomimikri, doğaya bakma şeklimizle birlikte doğada yer alan formların özelinde yaşamın tam olarak karşılığı haline gelmiştir.

Doğanın taklidinden yola çıkarak biyolojik kopyalama ya da uyarlama anlamına gelen Biyomimikri, biyolojik sistemleri taklit ederek kimya, mühendislik, nanoteknoloji, robotik bilimi, tıp endüstrisi, askeri alandaki çalışmalarda araştırmacıların özel ilgi alanı haline gelirken tasarım ve sanat alanlarında da karşımıza çıkmaktadır. Kavram olarak literatüre yeni geçmiş olmasına rağmen insanlık tarihi boyunca bilim ve teknolojinin ilerlemesiyle eş zamanlı olarak ilerleyen Biyomimetik sanat ve tasarım alanlarında da doğanın insan tarafından gözlemlenmesi ve taklit edilmesi temeline dayanır. İnsan ırkının hayatta kalabilmesinin en temel özelliği olan taklit unsuru, yaşamın devam edebilmesi için insana yeni çözüm yolları verirken aynı zamanda doğanın gizemlerinin de çözülmesinde etkili olmuştur.

Mağara resimlerinden yarı insan yarı hayvan tanrılara, doğadaki tüm parçaların matematiksel bir uyum içerisinde olduğunu belirten Altın Oran'dan doğanın yenilikçi ve sürdürülebilir yapısını tasarım stratejisi olarak gösteren Tasarım Spirali'ne kadar birçok süreç içerisinde Biyomimetik yaklaşımların hayatımızın içerisinde etkili olduğunu göstermektedir. Biçimsel, dokusal, davranışsal ya da sistemsel olarak canlı organizmaların hayatımızın kolaylaştırılmasındaki etkisi doğanın gücünü kullanmamıza izin verdiği gibi aynı zamanda insanın yaratıcılığını ve hayal gücünü de teşvik etmektedir. Bu noktada yeni yaklaşımlar, yeni malzeme biçimleri ve yeni teknolojilerin oluşmasında

inovasyon kaynağı olan doğa, sanatçılar tarafında da yeni formların ortaya çıkartılmasında esin kaynağı olmuştur.

Akıl ve imgelem sayesinde kendi farkındalığına ulaşan insan, parçası olduğu doğayı aşmaya, onu kontrol etmeye çalışırken ondan ayrı düşmüştür. Bu ilişkinin zedelenmesindeki en büyük etki Rönesans ile başlayan yeni keşifler, buluşlar ve bilgi çağı olmuştur. Bilginin demokratikleşmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte doğanın mükemmel gerçekliğinin taklit edilmesi yerini fiziksel dünyanın kontrol edilmesine bırakmıştır. Antik Yunan felsefesinde hakikatin yeniden sunumunda etkili olan Mimesis kuramı, sanatçıları doğayı mükemmel bir şekilde taklide yöneltirken Aydınlanma Düşüncesiyle başlayan ve Modernizm'i tetikleyen bilimsel, kültürel, felsefik ve politik gelişmeler, doğanın deneysel yöntemlerle çözümlenmesine neden olmuştur. Aklın ve rasyonalitenin egemenliğinde şekillenen Modernizm'le birlikte insanın doğa üzerinde kurmaya başladığı hakimiyet, Klasik Felsefe'nin aktardığı Yüce Doğa kavramından uzaklaşılmasına neden olmuştur. Bilimsel bilgiyle birlikte gelişen teknolojiyle insanın çevresini yeniden yaratma ve geliştirme becerisine sahip olması, doğaya bakışı değiştirdiği gibi aynı zamanda eskiye olan özlemi arttırarak insanın modernleşen yeni kentler içerisinde yalnızlığa itilmesine neden oldu.

Modernitenin getirdiği yeniliklerin insanı doğadan kopartması özellikle sanat, felsefe ve politika alanında Modernitenin eleştirilerinin ortaya çıkmasında etkili oldu. Romantik Hareketle birlikte yeniden doğanın ön planda olduğu, toplumun kalitesinin arttırılması için kahramanlık mitine sığınan yaklaşımlar ortaya çıktı. Abartılı duygusallığın etkisindeki bu hareketin hayatın gerçekliğinden uzak olduğunu belirten Realist yaklaşım da temsiliyet stratejilerinin değişmesinde etkili olmuştur. Gündelik yaşantı içindeki gerçekliğin olduğu gibi verilmesi ve değişen toplumsal sınıfların yaşam biçimlerinin olduğu gibi aktarılmasından yana olan Realizm, özellikle bilimsel bir buluş olan fotoğrafın ortaya çıkardığı gerçeklik temsiliyetinden etkilenmiştir. Fotoğrafın icadıyla başlayan resimdeki kriz durumu, sanatçıların yeniden doğaya dönerek doğadaki izlenimlerin peşine düşmelerine neden oldu. Işığın ve renklerin doğadaki formların analizi sanatçılar tarafından yaratıcı bir sürece dönüştürülürken öteki tarafta doğanın temsiliyetinde geometrik formlara dayanan, çoklu ve bölünmüş formlarla Kübizim ortaya

çıkıştır. Zamani mekân ve form algısını değiştiren Kübist sanatçılar, parçalanmış geometrik kompozisyonların tek renk şemasında kullanılarak gerçekliğin illüzyonunu yaratmaya çalışmışlardır. Kübizm'in getirdiği yenilikçi bakış açısı, Avangart olarak adlandırılan ve Modernite'nin büyük bir eleştisi olan hareketin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Bu hareket içerisinde yer alan birçok farklı yaklaşım, insanın doğa üzerindeki hakimiyeti ve doğayla insanın bağlarının kopuşuna odaklanırken aynı zamanda geleneksel sanat formlarına, uygulama biçimlerine ve sergileme biçimlerine radikal değişiklikler getirmişlerdir. Yeni sanatsal formlar olan fotoğraf, fotomontaj, performans, manifestolar, kolaj, asemblaj, dans, müzik, hazır nesne kullanımı Avangart içerisinde etkili olurken Dada Hareketi özelinde doğanın primitif ve anlamsız yönlerine odaklanarak g ncelik yaşam ve sanat arasındaki kopukluğu ortadan kaldırmayı amaçlamışlardır. İnsanı soyutlayan ve doğadan koparan Platonik doğa söylemine de karşı çıkan Avangart Hareket içerisindeki Sürrealist sanatçılar, insanın ilk başta sahip olduğu doğaya ulaşmanın yolunun otomatizm ve rüya ile gerçekleşebileceğini savundular.

Modernizm'in ideallerinin sonucunda ortaya çıkan Dünya Savaşları, insanlığın bu idealleri yeniden sorgulamasına neden olurken aynı sorgulama sanat içerisinde de gerçekleşmiştir. II. Dünya Savaşı sırasında sanatın merkezinin Paris'ten New York'a kaymasıyla başalayan yeni süreçte düşünce ve sanat yapma eylemlerinin ön plana çıktığı, doğanın minimalizmine vurgu yapan ve geçmişin sanatsal stratejilerini yeni söylemlerle birleştiren Neo Avangart hareketler ortaya çıkıştır. Bu hareket içerisinde özellikle sergileme biçimlerini değiştiren, sanatı alınıp satılan bir meta olarak görülmesini eleştiren, doğanın içerisinde ve doğadaki malzemelerle çalışmalar üreten Arazi Sanatçıları, Modernitenin sildiği kollektif hafızaya ulaşmak ve tüketim kültürünü eleştirmek için devasa boyutta rit alistik unsurlar içeren Kavramsal ve Minimalist Sanat'tan beslenen çalışmalar ortaya çıkartmışlardır. Postmodernizm olarak adlandırılan bu dönem içerisinde yeni sanatsal stratejiler kullanılırken sanatçıların sanat yapma eylemleri, kendi bedenlerini ya da bedenlerinin ürettiği biyolojik sınırlar aracılığıyla ortaya çıkardıkları çalışmalar, sansasyonel ve ironik olduğu gibi aynı zamanda özellikle 1990'lı yıllardan sonra etkinliğini gösterecek olan Biyo Sanat için öncül teşkil etmektedir.

Antroposen Dönem olarak adlandırılan ve insanlığın dünyaya verdiği zararlardan kaynaklı geri dönüşün olmadığı içinde yaşadığımız dönem, bilim ve teknolojiyle birlikte doğa ve insan arasındaki ilişkilerin yeniden ele alınmasına neden olmuştur. Canlı organizmalar, canlı dokular, bakteriler ve yaşam süreçleri üzerine çalışan genetik mühendisliğinin uygulama biçimleri olan klonlama, genetiğini değiştirme gibi uygulamalarla yeni canlı organizmalar yaratma sanatçı bilim adamı işbirlikleriyle XXI. yüzyılın yeni sanat anlayışının ortaya çıkması bakımından önemlidir. Disiplinler arası bir yaklaşımla farklı alanlardan insanların bir araya gelerek yeni organizmalar, dokular ve formlar üzerinden çalışmasında etkili olan Biyo Sanat, biyolojik olarak bir canlının tek başına bile bir sanat eseri olabileceği iddiasını sürdürmektedir. Biyo sanatçıların değindikleri gelecekteki kaynak kıtlığı sorunları, yeni ifade, mekân ve materyal arayışları, belleğin ve bedenin yeniden tanımlamaları ve türler arasındaki yeni ara elemanlar yalnız tema bağlamında değil aynı zamanda etik yönden de yeni tanımlama ihtiyaçları doğurmuştur. Sanat bilime kıyasla bir bakımdan henüz tanımlanmamış gri alanlarıyla etik bağlamında daha serbest sınırlara sahipse de dikkat çektiği konular üzerinden yeni etik sınırlamalar konusunda da yeni tartışmalar ve sınırlar yaratması bakımından güçlüdür. Eduardo Kac, Biyo Sanat eserlerinin herhangi bir biyolojik esinlenme çıktısı ile karıştırılmaması gerektiğinin altını çizmiştir. Biyo Sanat eserleri tıpkı Biyomimetikten yararlanarak geliştirilmiş / tasarlanmış çıktılar gibi muhtevasında yalnız ‘biyolojik’ esintileri taşımakla kalmayıp doğanın çözüm yollarından ve metotlarından yararlanan, evrimsel süreçle birlikte oluşan bilgi birikiminden biçimsel, organizma ya da davranış düzeyinde yararlanan, gelecek nesillerde yaşanması muhtemel senaryolar karşısında ürettiği eserlerle ütöpik yaklaşımları gerçek hayatta yapılmasını mümkün kılan çalışmalar üretir ve yeni yaklaşımlarıyla her geçen gün hem kendi disiplinlerinin, hem diğer disiplinlerin hem de genel olarak dünyanın vizyonu ve fikirlerinin ötesine geçerek ilham ve çözüm kaynağı olurlar.

KAYNAKÇA

Kitaplar

ALBERRO, A. (2004). Conceptual Art and the Politics of Publicity. MIT Press.

ALTUN, Ş. (2011). Doğanın İnovasyonu. Elma Yayınevi.

ANTMEN, A. (2014). 20.Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar. Sel Yayıncılık.

ARİSTOTALES. (2017). Poetika. (F. Akdemir, Çev.) Say Yayınları.

ARTUN, A. (2003). Avangard Kuramı. Sanat Hayat.

AUDI, R. (1997). The Cambridge Dictionary of Philosophy – Second Edition.

BAR COHEN, J. (2006). Biomimetics: Biologically Inspired Technologies. Taylor & Francis Group.

BAR-ON, T. (2013). Rethinking the French New Right: Alternatives to Modernity. Routledge.

BATIRBAYGİL, H. (1996). Yaratıcılık ve Mimar. Beta Basım Yayın.

BENYUS, J. (1998). Biomimicry: Inspired by Nature. Harper Collins.

BRAGANÇA, L. (2007). Sustainable Construction, Materials and Practices Part 1. Delft University Press.

BRECMAN, W. (2008). European Romanticism: A Brief History with Documents. Bedford.

CALINESCU, M. (2017). Modernliğin Beş Yüzü. (S. Gürses, Çev.) İstanbul: Küre Yayınları.

CASSIRER, E. (1955). The Philosophy of the Enlightenment. Boston: Beacon Press.

- CONNOLLY, P., KELLER, D., LEEVER, M., & COX WHITE, B. (2009). *Ethics in Actin: A Case Based Approach*. Blackwell Publishing.
- COOHILL, P. T. (2010). *Art Inspiring Transmutations of Life*. Springer.
- ÇIVGIN, İ. (2011). *Çağdaş Dünya Tarihi*. Norrsken.
- ELDER, B. (2013). *Dada, Surrealism, and the Cinematic Effect*. Wilfrid Laurier University Press.
- ERGÜVEN, M. (2003). *Kurgu ve Gerçek*. Gendaş Kültür.
- FIELD, C., & FIELD, P. (2006). *Design Handbook: Concepts, Materials, Styles*. Taschen.
- FINEBERG, J. (2014). *1940'tan Günümüze Sanat*. Karakalem Kitabevi.
- FOSTER, H. (1996). *The Return of the Real*. MIT Press.
- FOSTER, H. (2011). *Zoraki Güzellik*. Ayrıntı Yayınları.
- GARZANTI, A. (1974). *Encyclopedia Garzanti della Letteratura*. Milan.
- GEIGER, M. (1985). *Estetik Anlayış*. (T. Mengüşoğlu, Çev.) Remzi Kitabevi.
- GIRARD, R. (1978). *Des Choses Cachées Depuis La Fondation Du Monde* (Cilt 17). Paris.
- GOMBRICH, E.H. (2002). *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation*.
- GOMBRICH, E.H. (2004). *Sanatın Öyküsü*. Remzi Kitabevi.
- GONZALES, D.P. (2011). *The Evolution of Ideas in Biomimicry*. Massachussets Institute of Technology Department.
- GOYAL, M. R., & Goyal, V. K. (2014). *Biomechanics of Artificial Organs and Prostheses*. Apple Academic Press.

GREEN, C. (2009). Cubism Introduction. Oxford University Press.

GRIFFITHS, A.J.F; MILELR, J.H; SUZUKI, D.T. (2000). An Indroduction to Genetic Analysis, New York

HEINICH, N. (2014). Le Paradigme de l'art contemporain: Structudes d'une revolution artistique. Gillamard, Paris

HERMANNSTADTER, A., REICHE, I., & SCHNALKE, T. Reiner Maria Matysik: Jenseits Des Menschen / Beyond Humans. The Green Box Kunstedition.

HIRSCH, R., GREEN, C. (2000). Seizing the Light: A History of Photography.

HOPKINS, D. (2004). Dada and Surrealism. Oxford University Press.

HOPKINS, D. (2006). Neo-Avant-Garde. New York: Rodopi.

HORWARD, P. (2013). The Routledge Companion to Landscape Studies, Routledge

HOUEBINE, L.M (2005). Use of Transgenic Animals to Improve Human Health and animal Production,

HUIZINGA, J. (1930). Wege der Kulturgeschichte: Studien. (W. Kaegi, Dü.) Drei Masken.

KAC, E. (Dü.). (2007). Signs of Life. The MIT Press.

KANNARATH, A. (2014). Mimicking Nature. Partridge Publishing.

KASTNER, J. (1998). Land and Environmental Art, Phaidion

KIBERT, C., SENDZIMIR, J., & GUY, B. (2001). Construction Ecology: Nature as a Basis for Green Buildings. Routledge.

KRIEGESKORTE, W. (1994). Archimboldo. Taschen.

LAURENZA, D. (2005). Leonardo'nun Makineleri. (İ. Şener, Çev.) Pegasus Yayıncılık.

LEGER, M. J. (2014). *The Idea of the Avant Garde*. Manchester University Press.

LIVIO, M. (2003). *The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number*.

MARSHALL, A. (2007). *Wild Design*. North Atlantic Books, Berkeley California.

MATILSKY, B. (1992). *Fragile Ecologies - Contemporary Artist's Interpretations and Solutions*. Rizzoli.

MENGHAM, R., QUINN, M., ZIJP, S.-A., & Groninger Museum. (2006). *Marc Quinn: Recent Werk, Recent Sculptures*. NAI010 Publishers.

MOODY, J. (2012, 28 12). *The Sixth Wave: How to Succeed in a Resource-Limited World. Read How You Want*.

MURPHY, E.E. (2015). *Inside the Cell: The Dark Side of Forensic DNA*. Bold Type Books.

MYERS, W. (2015). *BioArt*. Thames & Hudson.

PEGRUM, Mark A. (2000). *Challenging Modernity: Dada Between Modern and Postmodern*, Berghahn

PLATON. (2014). *Devlet*. Çev: Eyüboğlu S. İşbankası Kültür Yayınları. İstanbul.

PHAIDON PRESS. (2014). *Art in Time*. Phaidon Press

SHYY, W., KANG, C.-K., RAVI, S., LIU, H., & CHIRARATTANANON, P. (2016, 02 01). *Aerodynamics, Sensing and Control of Insect-Scale Flapping-Wing Flight*. The Royal Society.

THE ECOLE DE NICE. (2012). *Art and Visual Culture on the French Riviera 1956 - 1971*. Routledge.

THOMAS, B. (2009). Portrait / Icon / Code: Marc Quinn's DNA Portraits and the Imaging of the Self. The University of Georgia.

TOMLINSON, M., WOODWARD, J. (2013). Green Design Materials and Manufacturing Processes. CRC Press.

TUNALI, İ. (1993). Grek Estetiği, Remzi Kitabevi.

WATERS, B. (2009). This Mortal Flesh: Incarnation and Bioethics. Brazos Press.

WEBER, E. (1992). Movements, Currents, Trends: Aspects of European Thought in the Nineteenth and Twentieth Centuries. Heath & Co.

WEINTRAUB, L. (2012). To Life! Eco Art in Pursuit of a Sustainable Planet, University of California Press

YAŞAR, B. (2018, 21 10). Ziraat Mühendisliğinde Bitki Koruma.

ZARI, M. P. (2018). Regenerative Urban Design and Ecosystem Biomimicry. Routledge.

Dergiler ve Makaleler

AKŞIN, Z., CILIZ, F. (2016). Platon'da Güzel, Aletheia ve Sanat İlişkisi. Beytulhikme an International Journal of Philosophy, 6(1), s.195-209.

ALSHAMI, M. (2015). Parametric Patterns Inspired by Nature for Responsive Building Facade. IJIRSET, 4(9), 8009-8018.

ARSLAN SELÇUK, S., Gönenç Sorguç, A., & Er Akan, A. (2009). Altın Oranla Tasarlamak: Doğada, Mimarlıkta ve Yapısal Tasarımda Φ Dizini. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10(2), 149-157.

ATIL, A., & ÖZGÜR, N. (2018). A New Approach in Contemporary Art: Bio-Art. S. Baskın (Dü.), International Congress of Science, Education and Technology Research içinde (s. 93). Odessa: Saybilder Yayıncılık.

BANGER, G. (2016, Mart - Nisan). Biyomimikri ya da Biyomimetik. Biyoteknoloji ve Yaşam Bilimleri Gazetesi(1), 12.

BASS, C. (1968, Mart). Function Versus Purpose. Bios, 39(1), 26-30.

BENCE NANAY. (2017). Zoomorphism, Erkenntnis. İlkbahar 2017, 2.

BRENAN, A., CHUNG, K., SCHUMACHER, J., SAMPSON, E., BURNE, R., & ANTONELLI, P. (2007, 06). Impact of Engineered Surface Microtopography on Biofilm Formation of Staphylococcus Aureus. Biointerphases, 2(2), 89-94.

CALVERT, J., & SCHYFTER, P. (2017, 04). What Can Science and Technology Studies Learn From Art and Design? Reflections on "Synthetics Aesthetics". Social Studies of Science, 47(2), 195-215.

CRANE, D. (2015). Avant-Garde Art and Artists. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 320-325.

ÇELİK, İ. (2011). Kıtık ve Rekabet: Rekabetin Negatif Sonuçları. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 25(1), 1-12.

DICKS, H. (2016). The Philosophy of Biomimicry. Philosophy and Technology(29), s. 223-243.

FELD, K., KOLBORG, A., NYBORG, C., SALEWSKI, M., STEFFENSEN J., BERG SORENSEN, K. (2019). Dermal Denticles of Three Slowly Swimming Shark Species: Microscopy and Flow Visualization. Biomimetics. 4(38).

GARELICK, R. (2009). Fashioning Hybridity. TDR, 53(2), 150-157.

GEBESHUBER, I., GRUBER, P., & DRACK, M. (2009). A Gaze Into the Crystal Ball: Biomimetics in the Year 2059. Journal of Mechanical Engineering Science(223).

GOODALL, J. (1999, 06 01). An Order of Pure Decision: Un-Natural Selection in the Work of Stelarc and Orlan. *Body and Society*, 5(2-3), s. 149-170.

GÖK, M. O., & GÜRCÜM, B. H. (2014). Biomimetic in Textile Design and New Trends. *Uluslararası Sanat ve Tasarım Kongresi*, (s. 1). İzmir.

HASTÜRK, E. Y. (2014). Antropometrik Verilerde Altın Oran. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 3(2), 173-177.

HESSELBERG, T. (2007). Biomimetics and the Case of the Remarkable Ragworms. *The Science of Nature*(94), 613-621.

HOW, M., NORMAN, M. FINN, J., CHUNG W., MARSHALL, J. (2017). Dynamic Skin Patterns in Cephalopods. *Front Physiol.* 8(393).

HUSSAIN, Z. (2000, 05 09). Science as Art Unites Disciplines. *The Tech*, 120(26), s. 7.

JONES, C., LAWTON, J., SHACHAK, M. (1994). Organisms as Ecosystem Engineers, *OKIOS*, 69(3), 373-386.

KING, A. (2011, 02 17). Art That Touches a Nerve. *Nature* (470), 334.

KOCA, B. (2017). Kavramsal Sanat. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*, 3(2), 97-103.

MC GREGOR, S. (2013). Transdisciplinarity and Biomimicry. *The Atlas*(4), 57-65.

MÜLAYİM, A. (2017). Art Deco Mimarlığı ve İç Mekan Tasarımında Yansımaları. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*. s.1009-1026.

NUYEN, A.T. (1992). The Role of Rhetorical Devices in Postmodernist Discourse, *Philosophy and Rhetoric*, Sayı 25, s. 183-194

PERPINYA, N. (2014). Ruins, Nostalgia and Ugliness. Five Romantic Perceptions of the Middle Ages and a Spoonful of Game of Thrones and Avant-garde Oddity. Logos Verlag, Berlin.

REAP, J., BRAS, B. (2008). Exploring the Limits to Sustainable Energy Consumption for Organisms and Devices. *International Journal of Sustainable Manufacturng*. Sayı 1. s.78-79.

RENKÇİ TAŞTAN, T. (2016). Sanat, Doğa ve Teknoloji Ekseninde Sanatçılar ve Yapıtlar. *İdil Dergisi*, Cilt 5, Sayı 19, s. 169-180.

ROSE, B. (1993, 02). Orlan and the Transgressive Art. *Art in America*, Cilt 2 sayı 81, s.83-125.

SCHNEE, K. (2000, 09 29). But Is It Art? *The Tech*, 120 Sayı 46, s. 6.

SEMBACH, K.J. (2013). *L'Art Nouveau*, s. 8-30

SIEGLER, S. (2016). The Technologized Body: Corporeal Malleability in La Réincarnation de Sainte-Orlan. *Bowdoin Journal of Art*.

SIMONITI, V. (2017). Artistic Research at the Edge of Science. *The Oxford Artistic and Practice Based Research Platform* Sayı 1, s.120-130.

SÜZEN, H. N. (2018). Modern Batı Sanat Akımlarının Güncel Sanata Katkıları. *Uluslararası Beşeri ve Sosyal Bilimler İnceleme Dergisi*, 2(1), 20-30.

ÜSTÜN, Ç. (2002). Plastinasyon. Bir Bilim mi Yoksa Garip bir Gösteri mi? *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi* Cilt 3, Sayı 1, s. 37-42.

VAAGE, N. (2016). What Ethics for Bioart? *Nanoethics* Sayı 10, s.87-104.

VAN DIJCK, J. (2001). Bodyworlds: The Art of Plastinated Cadavers. *Configurations*. Cilt 9, Sayı 1, s. 99-126.

VINCENT, J. F., BOGATYREVA, O. A., BOGATYREV, N. R., BOWYER, A., & PAHL, A.-K. (2006, 04 18). Biomimetics: Its Practice and Theory. *Journal of The Royal Society – Interface* Sayı 3, s. 471-482.

VOLSTAD, N., BOKS, C. (2012). On the Use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer: Biomimicry as a Tool for the Industrial Designer. Sustainable Development. Cilt 20, sayı 3, s. 189-199.

WLADIMIR, J. A. (2015). Evolution of Bright Colours in Animals: Worlds of Prohibition and Oblivion. F100Res. 4(115) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5089127/> Erişim 1 Aralık 2019)

WON, S., WESTLAND, S. (2017, 08 02) Product-specific Colour Meanings: A Semiotic Approach. Journal of the International Colour Association. Sayı 18, s.43-59.

YILDIZ, B. (2016). Marcel Duchamp Eserlerinin Yıkıcı Düzlemi ve Ready-Made’lerdeki Anti-Topografi. Art Sanat. Sayı 6.

ZAWOJSKI, P. (2014). Who is Stelarc and What is He Telling Us? Meat, Metal and Code, s.53-97.

Kitap İçi Bölümler

BAR-COHEN, Y. (2011). Biomimetics: Nature-Based Innovation içinde, G. Moram. The Biomimetic Process in Artistic Creation. (681). CRC Press.

BIALOSTOCKI, J. (1963). The Renaissance and Mannerism içinde, The Renaissance Concept of Nature. (s.266-283). Princeton University Press.

BRISTOW, W. (2017). Enlightenment. E. Zalta (Dü.) içinde, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, Stanford University.

DA COSTA, B. (2008). Tactical Biopolitics: Art, Activism and Technoscience. içinde C. Pentecost. Outlfling the Laboratory of the Symbolic: Toward a Critical Inventory of Bioart. (s.110). The MIT Press.

GAMMEL, I. (2016, 05 09). Avant-Garde. Routledge Encyclopedia of Modernism. doi:10.4324/9781135000356-REM982-1

HOLZER, J. (2015). Use What is Dominant in a Culture to Change It Quickly. W. Myers içinde, Bio-Art: Altered Realities (s. 20-23). Thames & Hudson.

JACQUES. L.D. (2006). New Perspectives (Studies in Seventeenth and Eighteenth Century Art and Culture) içinde, H. Kohle, The Road from Rome to Paris: The Birth of a Modern Neoclassicism, (s.71-80). University of Delaware Press.

JONES, G.S. Nineteenth Century Political Thought. içinde, J. Morrow. Romanticism and Political Thought in the Early Nineteenth Century.

NEDUMARAN, T., & ARULBALACHANDRAN, D. (2015). Seaweeds: A Promising Source for Sustainable Development. S. Ramaraj, S. Hemaiswarya, R. Raja, V. Ganesan, C. Anbazhagan, I. S. Carvalho, & N. Juntawong içinde, Microalgae as an Attractive Source for Biofuel Production (s. 65-88).

Basılmamış Kaynaklar

BAYKAN, B. (2010, 05). Dismantling the Self: Exploring the Infinite Becomings in Orlan's Body of Work. Bilkent University, Communication and Design Department and Institute of Economics and Social Sciences. Ankara.

GENÇ, M. (2013). Doğa, Sanat ve Biyomimetik Bilim. Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı. Ankara.

GERTİK, A. (2012). Biyomimesis Anlayışı ve Bu Bağlamda Günümüz Kuzey Kıbrıs Mimarisi'ne Eleştirel Bir Bakış. Yakın Doğu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı. Lefkoşa.

GÜÇLÜ, A. (2019). Kavramsal Sanat'ta Beden Algısının Fotografik İmge Bağlamında Dönüşümü. Dokuz Eylül Güzel Sanatlar Enstitüsü. İzmir

KUDAY, I (2009). Tasarım Sürecini Destekleyici Faktör Olarak Biyomimikri Kavramının İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul

LORENZO, V. (2015). Hybirdizations. Roles and Opportunities of Artists and Designers in the Context of Biotechnology. Master HES-SO en Design, orientation Media Design. Haute école d'art et de design. Genève.

RODOMSKA, M. (2016). A Biophilosophy of Bioart. Linköping University, Department of Thematic Studies, Gender Studies.

SESERKO, T. O. (2010, 05). Viennese Actionism. The University of Western Australia Master of Fine Arts Thesis. Faculty of Architecture, Landscape and Visual Arts, Australia.

TEKKANAT, N. (2006). Altın Oran'ın Kaynakları ve Sanata Yansıması. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Antalya.

İnternet Kaynakları

ABDOU, K. R. (2018, 29 04). Celebrate the Elegance and Exuberance of French Rococo Art. <https://mymodernmet.com/rococo-art/> (Erişim 5 Ekim 2019)

ADA. Suzanne Anker. <https://www.digitalartarchive.at/database/artists/general/artist/anker.html> (Erişim 15 Aralık 2019)

AGAPAKIS, C. (2012, 19 11). Cheese Cultures. Scientific American. <https://blogs.scientificamerican.com/oscillator/cheese-cultures/> (Erişim 20 Aralık 2019)

AGAPAKIS. <http://agapakis.com/cheese.html> (Erişim 21 Aralık 2019)

ALTER, L. (2010, 19 02). New Helmet Design Uses Biomimicry to Reduce Rotational Injuries. Treehugger. <https://www.treehugger.com/cars/new-helmet-design-uses-biomimicry-to-reduce-rotational-injuries.html> (Erişim 2 Aralık 2019)

ALTIN ORAN DERNEĞİ (2014, 11 25). Altın Oran Nedir? <http://www.aoder.org.tr/tr/altin-oran/36.aspx> (Erişim 8 Ekim 2019)

Altın Oran. https://www.wikizero.com/tr/Alt%C4%B1n_oran (Erişim 18 Haziran 2019)

ARHON, Z. (2015, 02 12). Biyomimikri Gerçekten Yeni mi? Platin Online. <https://www.platinonline.com/yazarlar/zeynep--arhon/biyomimikri-gercekten-yeni-mi-645854> (Erişim 8 Aralık 2019)

ARKİPLUS. Museo de Arte de Milwaukee. <https://www.arkiplus.com/museo-de-arte-de-milwaukee/> (Erişim 8 Ekim 2019)

ART AND EDUCATION. SymbioticA, The University of Western Australia. <https://www.artandeducation.net/directory/190666/symbiotica-the-university-of-western-australia> (Erişim 13 Ekim 2019)

ARTSPACE. (2018, 09 01). Andy Warhol Made Abstract Art? A Look at His "Piss, Oxidation, and Cum" Paintings. https://www.artspace.com/magazine/art_101/book_report/andy-warhol-made-abstract-art-a-look-at-his-piss-oxidation-and-cum-paintings-55610 (Erişim 10 Ekim 2019)

ARTSY EDITORS. (2014, 02 06). The First Modern Painting. <https://www.artsy.net/article/matthew-the-first-modern-painting> (Erişim 27 Kasım 2019)

ARTSY EDITORS. Vinnese Actionism. <https://www.artsy.net/gene/viennese-actionism> (Erişim: 12 Aralık 2019)

ART ENCYCLOPEDIA. Contemporary Art. <http://www.visual-arts-cork.com/contemporary-art.htm> (Erişim 12 Ekim 2019)

ART ENCYCLOPEDIA. Impressionism. <http://www.visual-arts-cork.com/history-of-art/impressionism.htm> (Erişim 17 Ekim 2019)

ARS ELECTRONICA: Biogenic Timestamp. <https://ars.electronica.art/center/en/biogenic-timestamp/> (Erişim 13 Kasım 2019)

ASK NATURE. (2016). Pax Scientific, Water Technologies, Streamline, Mixer, Fan. <https://asknature.org/idea/pax-scientific-pax-water-technologies-pax-streamline-pax-mixer-pax-fan/#.XcWN9ugzaUk> (Erişim: 11 Ağustos 2019)

ASK NATURE. (2016). Biolytix Water Filter. <https://asknature.org/idea/biolytix-water-filter/#.XaDy-EYzaU1> (Erişim 12 Kasım 2019)

ASK NATURE. (2016). Eastgate Centre. <https://asknature.org/idea/eastgate-centre/#.XaDZVEYzaU1> (Erişim 11 Kasım 2019)

ASK NATURE. (2016). External Membrane in Helmets Reduces the Risk of Head Injuries. <https://asknature.org/idea/phillips-head-protection-system-phps/> (Erişim 10 Kasım 2019)

ASK NATURE. (2016). Mixing Fluid and Air More Efficiently. <https://asknature.org/idea/pax-scientific-pax-water-technologies-pax-streamline-pax-mixer-pax-fan/> (Erişim 10 Kasım 2019)

ASK NATURE. (2017, 02 07). Water Vapor Harvesting. <https://asknature.org/strategy/water-vapor-harvesting/#.XaDhikYzaU1> (Erişim 10 Kasım 2019)

ASSOCIATION FOR PRACTICAL AND PROFFESIONAL ETHICS. (2005). Case 10. <http://ethics.iit.edu/EEL/Glow%20in%20the%20Dark%20Bunny.pdf> (Erişim 13 Kasım 2019)

AUTOPOIESIS: <https://categorized-art-collection.tumblr.com/post/54854962837/ken-rinaldo-autopoiesis-2000-while-we> (Erişim 13 Kasım 2019)

ARTUN, A. (2018). Dada'nın Hakikati. <https://www.e-skop.com/skopbulten/dadanin-hakikati/3702> (Erişim 12 Aralık 2019)

BAKKE, M. Seeing the Forest Through the Trees. https://www.academia.edu/17436550/Seeing_the_Forest_Through_the_Trees (Erişim 13 Kasım 2019)

BARHARD, K. All That I Am. Science Gallery.
<https://dublin.sciencegallery.com/growyourown/alliam/> (Erişim 15 Aralık 2019)

BEEP Electronic Art Prize. Time Capsule.
<https://www.coleccionbeep.org/en/works/time-capsule/> (Erişim 12 Aralık 2019)

BIOART INITIATIVE: Bioart Initiative at Rensselaer. <http://bioart.arts.rpi.edu/> (Erişim 13 Kasım 2019)

BIOART SOCIETY. <http://www.kilpiscscope.net/> (Erişim 13 Kasım 2019)

BIOGENFUTUR. Invisible. <https://biogenfutura.es/> (Erişim 22 Aralık 2019)

BIOLOGY OF SHARKS AND RAYS http://www.elasmobranch-research.org/education/white_shark/scales.htm (Erişim 10 Aralık 2019)

BIOMEDIA. <https://biomediahive.wordpress.com/portfolio/christina-agapakis-sissel-tolaas-selfmade/> (Erişim 21 Aralık 2019)

BIOMIMICRY INSTITUTE: Biomimicry Institute. Nature's Unifying Patterns.
<https://toolbox.biomimicry.org/wp-content/uploads/2019/06/NUPs-Examples-PDF-updated.pdf> (Erişim 15 Kasım 2019)

BODYWORLDS. <https://bodyworlds.com/plastination/developments/> (Erişim 25 Aralık 2019)

BOWER, Sam (2010). A Profusion of Terms
http://greenmuseum.org/generic_content.php?ct_id=306 (Erişim 21 Aralık 2019)

BRAINY QUOTE. https://www.brainyquote.com/quotes/janine_benyus_560642 (Erişim 10 Aralık 2019)

BRANNEN, Peter. (2019). What Made Me Reconsider the Anthropocene, 11 Ekim 2019
<https://www.theatlantic.com/science/archive/2019/10/anthropocene-epoch-after-all/599863/> Erişim Tarihi 21 Aralık 2019

BROTTON, J. (2016). Rönesans Hümanizmi ve Modern Beşeri Bilimler. Sabah Ülkesi(46). <https://www.sabahulkesi.com/2016/01/22/r%C3%B6nesans-h%C3%BCmanizmi-modern-be%C5%9Feri-bilimlerjerry-brotton/> (Erişim 11 Kasım 2019)

BRITANNICA. Art Nouveau. <https://www.britannica.com/art/Art-Nouveau> (Erişim 20 Aralık 2019)

BRITANNICA. Edyardo Kac. <https://www.britannica.com/biography/Eduardo-Kac#ref1203090> (Erişim 18 Aralık 2019)

BRITANNICA. Enlightenment European History. <https://www.britannica.com/event/Enlightenment-European-history> (Erişim 10 Aralık 2019)

BRITANNICA. Cubism <https://www.britannica.com/art/Cubism> (Erişim 10 Aralık 2019)

BRITANNICA. Realism. <https://www.britannica.com/art/realism-art> (Erişim 10 Aralık 2019)

BORENSTEIN, S. (2014). With their mark on Earth, humans may name era, too, Associated Press.

BUCK, L. (1996, 03 18). Obituary: Helen Chadwick. <https://www.independent.co.uk/news/people/obituaryhelen-chadwick-1342742.html> (Erişim 1 Aralık 2019)

CANLAS, P. (2014, 05 06). The Wipe Stuff: New Yorker Invents \$90 DNA Eraser. <https://observer.com/2014/05/the-wipe-stuff-new-yorker-invents-90-dna-eraser/> (Erişim 21 Aralık 2019)

CASCONE, S. (2015, 13 08). Artist Grows Third Ear to Let the Internet Listen In on His Life. <https://news.artnet.com/art-world/artist-stelarc-grows-third-ear-324745> (Erişim 20 Aralık 2019)

CATTS, O., & ZURR, I. (1996). Tissue Culture and Art Project. <https://tcaproject.net/about/> (Erişim 12 Ekim 2019)

CATTS, O., & ZURR, I. (2004). Victimless Leather. <https://tcaproject.net/portfolio/victimless-leather/> (Erişim 12 Ekim 2019)

CELL PRESS. (2015). Bioart: An Introduction. Eurekalert. https://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/cp-bai112315.php (Erişim 22 Aralık 2019)

CINTI, L. (2019). Laura Cinti: The Cactus Project. (E. Quintero, Röportaj Yapan) <http://www.lesmutants.com/cintiVO.htm> (Erişim tarih 12 Aralık 2019)

CHALCRAFT, E. (2012). Kelp Lampshades by Julia Lohmann. <https://www.dezeen.com/2012/10/16/kelp-lampshades-by-julia-lohmann/> (Erişim 13 Ekim 2019)

CHELSEA. (2018, 08 26). How To Use the Golden Ratio in Art Composition & Design. <https://artignition.com/golden-ratio-in-art/> (Erişim 20 Ekim 2019)

CHIN, C. (2015, 04 25). Sharklet Micropattern: The New Antimicrobial Technology. <https://www.labcritics.com/sharklet-micropattern-the-new-antimicrobial-technology-3906/> (Erişim: 11 Ekim 2019)

CHOI, C. Q. (2014, 08 18). Behold the Octopus-Inspired Adaptive Camouflage. <https://www.popularmechanics.com/science/animals/a11105/behold-the-octopus-inspired-adaptive-camouflage-17108661/> (Erişim 8 Kasım 2019)

CITY OF MELBOURNE. CH2 Setting a New World Standard in Green Building Design. <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/ch2-snapshot-07-design-features.pdf> (Erişim 2 Aralık 2019)

CLOUTIER, M. (2006, 09 03). Augmented Fish Reality. <http://nt2.uqam.ca/en/repertoire/augmented-fish-reality> (Erişim 12 Aralık 2019)

CLOT MAGAZINE. (2019, 01 22). Orlan, Beyond Any Conception of the Body. <https://www.clotmag.com/biomedial/orlan> (Erişim 13 Ekim 2019)

CLOT MAGAZINE. (2017). Joe Davis, from Microvenus to Astrobiology. <https://www.clotmag.com/biomedial/joe-davis> (Erişim 12 Aralık 2019)

COENEN, C. (2012-2013). Artefact 2015. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/carolienc/15983790824/> (Erişim 12 Aralık 2019)

COKELEY, M. (2010, 26 04). A New Helmet Keeps Your Head on Straight. Popular Science. <https://www.popsci.com/cars/article/2010-04/straight-ahead/> (Erişim 4 Aralık 2019)

COLE, H. (2017). Bioluminescent Weddings. <https://www.huntercole.org/artwork/living-light/bioluminescent-weddings> (Erişim 12 Aralık 2019)

CORE 77 DESIGN AWARDS. PSX Consultancy <https://designawards.core77.com/Speculative-Concept/29243/PSX-Consultancy> (Erişim 13 Ekim 2019)

CRAWFORD, B. (Tarihsiz). Techniques Used in Renaissance Art. EHow: https://www.ehow.com/facts_4897120_techniques-used-renaissance-art.html (Erişim 11 Kasım 2019)

CYBERDYNE. What's HAL? Cyberdyne: <https://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/index.html> (Erişim 12 Ekim 2019)

ÇUBUKÇU, B. (2013, 12 05). Altın Oran. Felsefe Taşı Düşünce Platformu: <http://www.felsefetası.org/altin-oran/> (Erişim 12 Ekim 2019)

DAEVAS DESIGN. (2016, 02 18). Organic Design: A Balance Between the Manmade and Natural Worlds. Daevas Design: <http://www.daevasdesign.com/organic-design/> (Erişim 12 Ekim 2019)

DEFTERİNİZ. (2016, 08 08). Maniyerizm ve Barok ve Rokoko Dönemi Sanatı. <https://defteriniz.com/maniyerizm-ve-barok-ve-rokoko-donemi-sanati-bati-sanat-tarihi-donemleri-bati-sanat-tarihi/34528/> (Erişim 15 Kasım 2019)

DEFTERİNİZ. (2016, 07 08). Neoklasizm ve Romantizm Dönemi Sanatı. <https://defteriniz.com/neoklasizm-neoklasisizm-ve-romantizm-donemi-sanati-bati-sanat-tarihi-donemleri-bati-sanat-tarihi/34539/> (22 Kasım 2019)

DE LOISY, J., & ADAM-COURALET, S. (2016, 06 19). Le déjeuner sur l'herbe d'Édouard Manet. France Culture: <https://www.franceculture.fr/emissions/les-regardeurs/le-dejeuner-sur-l-herbe-d-edouard-manet> (Erişim 11 Aralık 2019)

DE LUCA, D. (2016, 06 14). The power of the Biomimicry Design Spiral. Biomimicry Institute: <https://biomimicry.org/biomimicry-design-spiral/> (Erişim 11 Ekim 2019)

DESIGN INC. Council House 2. <https://www.designinc.com.au/portfolio/commercial-workplace/ch2-melbourne-city-council-house-2> (Erişim 11 Ekim 2019)

DUIGNAN, B. (2019). Enlightenment. <https://www.britannica.com/event/Enlightenment-European-history> (Erişim 10 Aralık 2019)

DUNNE, C. (2013, 31 10). Crazy Bio-Hacks: A Mouse Cloned From Elvis's DNA And A Human-Born Dolphin. <https://www.fastcompany.com/3020880/crazy-bio-hacks-a-mouse-cloned-from-elviss-dna-and-a-human-born-dolphin> (Erişim 15 Aralık 2019)

DW. (2005, 15 03). German Corpse Artist Faces New Trouble. <https://www.dw.com/en/german-corpse-artist-faces-new-trouble/a-1518901> (Erişim 25 Aralık 2019)

ELSHARKAWY, N. E. (2010-2011). Biomimetic Architecture. Biomimicry Arch: <http://biomimicryarch.blogspot.com/> (Erişim 11 Ekim 2019)

ENCYCLOPEDIA BRITTANICA. Neo-Expressionism. <https://www.britannica.com/art/Neo-Expressionism> (Erişim 27 Ekim 2019)

ENCYCLOPEDIA BRITTANICA. Pop Art. <https://www.britannica.com/art/Pop-art> (Erişim 27 Ekim 2019)

ER, E. (2018, 05 09). Gerçeğin En Belirgin Örneği: Realizm. Wanart: <https://www.wannart.com/gercegin-en-belirgin-ornegi-realizm/> (Erişim 22 Kasım 2019)

ERDEN, O. (2010). Teknoloji Vücuda Geldiğinde. <https://osmanerden.com/2010/09/10/teknoloji-vucuda-geldiginde/> (Erişim 22 Aralık 2019)

ESAACK, Shelly (2019). What is Contemporary Art?, ThoughtCo. 24 Temmuz 2019

<https://www.thoughtco.com/what-is-contemporary-art-182974> (Erişim 21 Aralık 2019)

ESSENTIAL HUMANITIES. Neoclassical and Romantic Painting. <http://www.essential-humanities.net/western-art/painting/neoclassical-romantic/> (Erişim 22 Kasım 2019)

EVERIPEDIA. Orlan. 10 13, 2019 tarihinde Everipedia: <https://everipedia.org/wiki/Orlan/> (Erişim 12 Ekim 2019)

F10.03 Jenseits des Menschen. Reiner Maria Matysik: <http://reinermatysik.de/arbeitswork/film/jenseits-des-menschen-2/> (Erişim 13 Ekim 2019)

FACT. Harlequin Coat (2008). <https://www.fact.co.uk/artwork/harlequin-coat-2008> (Erişim 13 Ekim 2019)

FEDERATION OF AMERICAN SOCIETIES FOR EXPERIMENTAL BIOLOGY: BioArt Image & Video Competition. <https://www.faseb.org/Resources-for-the-Public/Scientific-Contests/BioArt/About-BioArt.aspx> (Erişim 13 Kasım 2019)

FERNANDEZ, C.R. (2018, 11 10). Stelarc, Making Art Out of the Human Body. http://www.sensorystudies.org/picture-gallery/ear_on_arm/ (Erişim 17 Aralık 2019)

FIEDERER, L. (2011, 11 02). AD Classics: Olympiastadion (Munich Olympic Stadium) / Behnisch and Partners & Frei Otto. Archdaily. <https://www.archdaily.com/109136/ad-classics-munich-olympic-stadium-frei-otto-gunther-behnisch> (Erişim 10 Aralık 2019)

FILIPETTI, J. (2012). Ross Lovegrove: Solar Tree at Clerkenwell Design Week. Designboom: <https://www.designboom.com/design/ross-lovegrove-solar-tree-at-clerkenwell-design-week/> (12 Ekim 2019)

GALERIE CHARLOT. Eduardo Kac. GFP Bunny. <http://www.galeriecharlot.com/en/expo/163/Eduardo-Kac-GFP-Bunny> (Erişim 12 Aralık 2019)

GAMBINO, M. (2013, 02 22). The Story of How An Artist Created a Genetic Hybrid of Himself and a Petunia. Smithsonian: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-story-of-how-an-artist-created-a-genetic-hybrid-of-himself-and-a-petunia-25148544/> (Erişim 13 Ekim 2019)

GAZAN, S. (2018, 01 26). Art Nouveau (Sezesyonizm) Sanat Akımı, Sanatçıları ve Eserleri. Tarihli Sanat: <https://www.tarihlisanat.com/art-nouveau-sezesyonizm-sanat-akimi/> (Erişim 12 Ekim 2019)

GENETICS AND CULTURE. George Gessert. Genetics and Culture: http://geneticsandculture.com/genetics_culture/pages_genetics_culture/gc_w02/gc_w02_gessert.htm (Erişim 12 Aralık 2019)

GENETICS AND CULTURE. Microvenus. Genetics and Culture: http://geneticsandculture.com/genetics_culture/pages_genetics_culture/gc_w03/davis_microvenus.htm (Erişim 12 Aralık 2019)

GENEL, C. (2017, 15 11). Rönesans, Reform, Aydınlanma Dönemi, Sanayi Devrimi. <http://canergenel.blogspot.com/2017/11/ronesans-reform-aydinlanma-donemi.html> (Erişim 11 Kasım 2019)

George Gessert Article from Art + Technology Supplement. (1990). Genetics and Culture: From Molecular Music to Transgenic Art: http://geneticsandculture.com/genetics_culture/pages_genetics_culture/gc_w02/gc_w02_gessert.htm (Erişim 12 Ekim 2019)

GHEZZI, G. Synthetic Aesthetics. Life Design. Digicult: <http://digicult.it/digimag/issue-053/synthetic-aesthetics-life-design/> (Erişim 13 Ekim 2019)

GINSBERG, A. D. Synthetic Aesthetics. Alexandra Daisy Ginsberg: <https://www.daisyginsberg.com/work/synthetic-aesthetics> (Erişim 13 Ekim 2019)

GLOSBE, <https://glosbe.com/tr/mk/BIOS> (Erişim 12 Aralık 2019)

GOTTHARDT, A. (2018, 31 08). The German Expressionists' Shockingly Raw Work Exploded Bourgeois Values and Reinvented Art. Artsy: <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-german-expressionists-shockingly-raw-work-exploded-bourgeois-values-reinvented-art> (Erişim 27 Ekim 2019)

GRIFFITHS, A. (2013, 11 20). Olafur Eliasson's Tears Used to Make Human Cheese. Dezeen: <https://www.dezeen.com/2013/11/20/olafur-eliasson-tears-used-to-make-human-cheese/> (Erişim 13 Ekim 2019)

GRIMSHAW. International Terminal Waterloo. <https://grimshaw.global/projects/international-terminal-waterloo/> (Erişim 8 Kasım 2019)

GRUBER, A. (2019, 01 24). Organic Design. Aesthetics of Design. <https://www.aesdes.org/2019/01/24/organic-design/> (Erişim 12 Ekim 2019)

GUGGENHEIM. Neo-Dada. <https://www.guggenheim.org/artwork/movement/neo-dada> (Erişim 27 Kasım 2019)

GUNTHER, S. (2016). 8 Amazing Examples of Biomimicry. Mother Nature Network: <https://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/photos/7-amazing-examples-of-biomimicry/whale-turbine> (Erişim 11 Ekim 2019)

HAO, L. (2012, 20 08). Hagens Human Cadavers Exhibition: Bodies From Chinese Prisons. <https://www.chinasmack.com/hagens-human-cadavers-exhibition-bodies-from-chinese-prisons> (Erişim 22 Aralık 2019)

HAGBORG, H.D. Invisible. <https://deweyhagborg.com/projects/invisible> (Erişim 20 Aralık 2019)

HAGBORG, H.D. Stranger Visions. <https://deweyhagborg.com/projects/stranger-visions> (Erişim 20 Aralık 2019)

HEGDE, P. (2017). Golden Ratio : What It Is And Why Should You Use It In Design. Prototypr.io: <https://blog.prototypr.io/golden-ratio-what-it-is-and-why-should-you-use-it-in-design-7c3f43bcf98> (Erişim 20 Ekim 2019)

HERMANNSTADTER, A. (2010, 06). Beyond Humans. (A. Hermann-städter, Hazırlayan) <http://reinerematysik.de/textwords/eigenesown/interview-beyond-humans/> (Erişim 13 Ekim 2019)

HIGH, K. The BioArt Initiative. <http://kathyhigh.com/pdfs/writing-bio-art/BioArt5-final.pdf> (Erişim 13 Ekim 2019)

HISTORY OF KINETIC ART. International Kinetic Art Exhibit and Symposium: http://intlkineticartevent.org/?page_id=107 (Erişim 27 Kasım 2019)

HOOKED ON INNOVATION. World Intellectual Property Organization: <https://www.wipo.int/ipadvantage/en/details.jsp?id=2658> (Erişim 15 Ekim 2019)

HUFFPOST. (2012, 12 07). Artist Koby Barhad's 'All That I Am' Genetically Engineers Mice Using Elvis's DNA. https://www.huffpost.com/entry/koby-barhad-elvis-mice_n_1666308 (Erişim 12 Aralık 2019)

IDEEL ART. (2016, 05 09). Neo-Dada and Abstraction in the Game of Meaning. <https://www.ideelart.com/magazine/neo-dada> (Erişim 27 Kasım 2019)

INTELLIGENT AGENT. Time Capsule. http://www.intelligentagent.com/archive/spring_timecap.html (Erişim 13 Ekim 2019)

INTERALIA MAGAZINE (2016). Living Light: Bioluminescent Art. <https://www.interaliamag.org/articles/hunter-cole-living-light-bioluminescent-art/> (Erişim 20 Aralık 2019)

INVALUABLE. (2018, 09 17). What is Pop Art? Techniques, Artists, and Examples that Shaped the Movement. <https://www.invaluable.com/blog/what-is-pop-art/> (Erişim 22 Kasım 2019)

IWASAKI, H., & CATTS, O. (tarih yok). Biogenic Timestamp. Hideo Iwasaki: <https://hideo-iwasaki.com/biogenic-timestamp-with-oron-catts-2010> (Erişim 13 Ekim 2019)

JOHNSON, J. (2015, 11 30). Contemporary Art vs. Modern Art. Chapman University: <https://blogs.chapman.edu/collections/2015/11/30/contemporary-art-vs-modern-art/> (Erişim 12 Ekim 2019)

KAC, E. (2001). Works from the Genesis Series, Eduardo Kac: <http://www.ekac.org/genseries.html> (Erişim 12 Aralık 2019)

KAC, E. Genesis. Eduardo Kac: <http://www.ekac.org/geninfo.html> (Erişim 13 Ekim 2019)

KAC, E. GFP Bunny. Eduardo Kac: <http://www.ekac.org/gfpbunny.html#gfpbunnyanchor> (Erişim 13 Ekim 2019)

KAC, E. Natural History of the Enigma. Eduardo Kac: <https://www.ekac.org/nat.hist.enig.html> (Erişim 13 Ekim 2019)

KAC, E. Time Capsule. Eduardo Kac: <https://www.ekac.org/timeec.html> (Erişim 13 Ekim 2019)

KAC, E. Robotic Chronology. <https://www.ekac.org/robotichronology.html> (Erişim 10 Kasım 2019)

KAC, E. Time Capsule. Ai & Society. http://time.arts.ucla.edu/AI_Society/kac.html (Erişim 11 Aralık 2019)

KAC, E., DE MENEZES, M., LAVAL-JEANTET, M., GESSERT, G., MANGIN, B., & VANOUSE, P. (2017). What Bio Art Is: A Manifesto. Eduard Kac: http://www.ekac.org/manifesto_whatbioartis.html (Erişim 13 Ekim 2019)

KARAKELLE, ř. (2017, 02 20). Kunduzların Muhteşem Mühendisliği. Tespit ve Yorumlar: <https://tespitveyorumlar.blogspot.com/2017/02/muhtesem-muhendis-kunduzlar.html> (Erişim 11 Ekim 2019)

KARASZ, P. (2015, 06 23). All About the Body in Vienna. The New York Times: <https://www.nytimes.com/2015/06/24/arts/international/all-about-the-body-in-vienna.html> (Erişim 12 Aralık 2019)

KARNAK. (2013, 11 12). Biyonik Bilimi. Sohbetçe: <https://www.sohbetche.net/biyonik-bilimi.html> (Erişim 15 Ekim 2019)

KHAN ACADEMY. A Beginner's Guide to the Age of Enlightenment. Khan Academy: <https://www.khanacademy.org/humanities/monarchy-enlightenment/rococo/a/a-beginners-guide-to-the-age-of-enlightenment> (Erişim 22 Kasım 2019)

KHAN, A. (2017, 03 09). A Scientific Self-Portrait. Azalea Khan: <https://azaleakhancabimsc2017.wordpress.com/2017/03/09/a-scientific-self-portrait/> (Erişim 12 Aralık 2019)

KILIÇ, F. Plastik Bedenler. <http://panorama.khas.edu.tr/plastik-bedenler-520> (Erişim 20 Aralık 2019)

KONER, R. Biomimicry Design Inspired By Nature. https://www.academia.edu/26020468/Biomimicry_Design_Inspired_By_Nature (Erişim 16 Aralık 2019)

KREJCI, P. (Tarihsiz). Julia Lohmann. Victoria Albert Seaweed Department. <https://2019.liaf.no/en/participants/julia-lohmann/> (Erişim 12 Aralık 2019)

LIVE SCIENCE. (2012, 05 22). Gallery: The Art in Biomedical Research. <https://www.livescience.com/20501-gallery-art-biomedical-research.html> (Erişim 13 Ekim 2019)

LUMEN. Realism. <https://courses.lumenlearning.com/boundless-arthistory/chapter/realism/> (Erişim 12 Aralık 2019)

MAJA SMREKAR. (2012). Human Molecular Colonisation Capacity. <https://www.majasmrekar.org/humcc-human-molecular-colonisation-capacity> (Erişim 12 Aralık 2019)

MARANI, G. (2013). Designed by nature. Alla Fondazione EDF di Parigi. Artribune: <https://www.artribune.com/attualita/2013/06/designed-by-nature-alla-fondazione-edf-di-parigi/> (Erişim 12 Aralık 2019)

MASONER, L. (2019, 03 01). A Brief History of Photography and the Camera. The Spruce Crafts: <https://www.thesprucecrafts.com/brief-history-of-photography-2688527> (Erişim 22 Kasım 2019)

MEDINART (2006). <http://www.medinart.eu/works/hunter-cole/> (Erişim 20 Aralık 2019)

MEDIA ART NET. The Reincarnation of Saint Orhan. <http://www.medienkunstnetz.de/works/reincarnation/images/2/> (Erişim 12 Aralık 2019)

MEDIA KUNST NETZ. Eduardo Kac. Genesis.
<http://www.medienkunstnetz.de/works/genesis/> (Erişim 12 Aralık 2019)

MEISNER, G. (2014, 04 04). Golden Ratio in Art Composition and Design.
<https://www.goldennumber.net/art-composition-design/> (Erişim 10 Aralık 2019)

MCKEAG, T. (2009). How Termites Inspired Mick Pearce's Green Buildings. Greenbiz.
<https://www.greenbiz.com/blog/2009/09/02/how-termites-inspired-mick-pearces-green-buildings> (Erişim 10 Aralık 2019)

MG+MSUM. <http://www.mg-lj.si/en/exhibitions/1380/lin-petric-stamatis-weiss/> (Erişim 20 Aralık 2019)

MICK PEARCE. Eastgate Centre. <http://www.mickpearce.com/Eastgate.html> (Erişim 08 Kasım 2019)

MILES, Kathryn (2019). Ecofeminism. <https://www.britannica.com/topic/ecofeminism> (Erişim Tarihi 21 Aralık 2019)

MISSED IN HISTORY. (2013, 09 21). Paxton's Crystal Palace.:
<https://www.missedinhistory.com/podcasts/paxtons-crystal-palace.htm> (Erişim 8 Kasım 2019)

MIT PRESS. The Giant Lily That Inspired the Architect. Medium.
<https://medium.com/@mitpress/the-giant-lily-that-inspired-the-architect-b10126dd71c6> (Erişim 10 Aralık 2019)

MITHCHELL, D. (2017, 03 22). Professor Stelarc; The Man Who Added A 3rd Ear To His Forearm For You. Body Hacks: <https://bodyhacks.com/professor-stelarc-man-added-3rd-ear-forearm/> (Erişim 12 Aralık 2019)

MITHUN. Envisioning District Sustainability. <http://mithun.com/project/lloyd-crossing-sustainable-urban-design-plan/> (Erişim 11 Ekim 2019)

MODERN ART. Art Encyclopedia: <http://www.visual-arts-cork.com/modern-art.htm> (Erişim 11 Ekim 2019)

MOMA. Edward Steichen's Delphiniums. <https://www.moma.org/calendar/exhibitions/2940> (Erişim 11 Aralık 2019)

MOMA. Pop Art. https://www.moma.org/learn/moma_learning/themes/pop-art/ (Erişim 27 Kasım 2019)

MUSEE D'ORSAY. Edouard Manet - Lunch on the Grass. https://m.musee-orsay.fr/en/works/commentaire_id/luncheon-on-the-grass-7123.html (Erişim 12 Ekim 2019)

NADIS, S. (2013, 03 29). Creating Art from Microbes and Molecules. Discover Magazine: <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/creating-art-from-microbes-and-molecules> (Erişim 12 Aralık 2019)

NEAL, T. (2019, 29 01). The Body As Costume: Orlan's 'Omnipresence' and the Standard of Taste. <https://yiamagazine.com/2019/01/29/the-body-as-costume-orlans-omnipresence-and-the-standard-of-taste-taylor-neal/> (Erişim 24 Aralık 2019)

NIEVES, M. (2017, 07 17). Art History: Neoclassicism and Romanticism. Design Tuts Plus: <https://design.tutsplus.com/articles/art-history-neoclassicism-and-romanticism--cms-29025> (Erişim 22 Kasım 2019)

NİKHOMVAN, J. (2013). Fastskin LZR Racer. Chemistry of Materials 2013: <http://chemistryofmaterials2013.wikidot.com/jason-nikhomvan> (Erişim 8 Kasım 2019)

NITSCH, H. (2010, 11 01). One Of Many Possible Art Issues. VICE. (J. Vogt, & A. Nussbaumer, Röportajı Yapanlar) https://www.vice.com/en_us/article/mv9v88/hermann-nitsch-595-v17n11 (Erişim Tarihi 12 Aralık 2019)

NTBOX MAGAZİNE. (2019, 01 07). HAL: RoboCop Benzeri Bir Dış İskelet. <http://www.ntboxmag.com/2019/01/07/hal-robocop-benzeri-bir-dis-iskelet/> (15 Ekim 2019)

OCEAN ARKS INTERNATIONAL, Eco Machines. <https://www.oceanarksint.org/portfolio/eco-machines/> (Erişim 8 Kasım 2019)

ON TECHNOLOGY AND ARCHITECHTURE: Biology on Water Harvesting. (2013, 02 15). <https://nocloudinthesky.wordpress.com/2013/02/15/biology-on-water-harvesting/> (Erişim 11 Ağustos 2019)

OPAR, A. (2009). Petal Pusher. Audubon: <https://www.audubon.org/magazine/july-august-2009/petal-pusher> (Erişim 8 Kasım 2019)

ORCUTT, M. (2010, 01 12). Bumpy Humpback Flippers Inspire New Tidal Turbine Design. Scientific American. <https://blogs.scientificamerican.com/observations/bumpy-humpback-flippers-inspire-new-tidal-turbine-design/> (Erişim 10 Aralık 2019)

ORLAN. Harlequin Coat. <http://www.orlan.eu/works/bio-art/> (Erişim 12 Aralık 2019)

OSTHOFF, S. (2007). Eduardo Kac at IVAM : a Conversation with the artist. <https://www.ekac.org/osthoff.interview.art.es.html> (Erişim 20 Aralık 2019)

ÖMEROĞLU, A., SÜRENKÖK, G. Antropomorfizm: İnsan dışındaki varlıklara insan özellikleri atamak. KİGEM. <https://www.kigem.com/antropomorfizm-insan-disindaki-varliklara-insan-ozellikleri-atamak.html> (Erişim 10 Aralık 2019)

ÖZHAN, B. Biyomekaniğe Giriş. <https://studylibr.com/doc/779802/biyomekani%C4%9Fe-giri%C5%9F> (Erişim 10 Aralık 2019)

PASKO, J. (2007, 03 08). Art, Tech & Science. Tucson: https://tucson.com/entertainment/art-tech-science/article_84d34481-d92b-5068-80d8-910810a8989a.html (Erişim 12 Ekim 2019)

PASKO, J. (2007). Bio-Artists Use Science to Create Art. <http://www.ekac.org/pasko.usatoday.html> (Erişim 20 Aralık 2019)

PATOWARY, K. (2017). Alexander Fleming's Microbial Art. <https://www.amusingplanet.com/2018/02/alexander-flemings-microbial-art.html> (Erişim 20 Aralık 2019)

PEREIRA, L. (2015, 11 11). The Emergence and Evolution of The Pop Art Movement. Widewalls: <https://www.widewalls.ch/pop-art-movement-history-context/> (Erişim 27 Ekim 2019)

PEREIRA, L. (2016, 03 13). The Most Avant-Garde Figures in Fluxus Art. Wide Walls: <https://www.widewalls.ch/fluxus-art-prominent-artists/> (Erişim 27 Kasım 2019)

PETRIC, S. <https://www.spelapetric.org/about> (Erişim 13 Ekim 2019)

PHILIPKOSKI, K. (2002, 12 08). RIP: Alba, the Glowing Bunny. <https://www.wired.com/2002/08/rip-alba-the-glowing-bunny/> (Erişim 20 Aralık 2019)

PHONG, K. (2013, 11 19). Natural History of the Enigma. Art and Electronic Media: <http://www.artelectronicmedia.com/artwork/natural-history-of-the-enigma-0#one> (Erişim 13 Ekim 2019)

PLEXIGLASS. Floating and Transparent: The Roof of the Olympic Stadium. <https://www.world-of-plexiglas.com/en/olympic-stadium-munich-plexiglas-tent-roof> (Erişim 11 Ekim 2019)

POHFLEPP, S., & MANSY, S. (2012). Living Machines. <https://www.pohflepp.net/Living-Machines> (Erişim 13 Ekim 2019)

POLANCO MASA, A. (2018, 02 04). Fleming, the Painter of Microbial Pictures. Alpoma: <https://alpoma.info/science/fleming-the-painter-of-microbial-pictures/> (Erişim 11 Aralık 2019)

POLLARD, J. (2019, 14 10). The Eccentric Engineer: Taking Inspiration From Nature For the Crystal Palace. Engineering and Technology. <https://eandt.theiet.org/content/articles/2019/10/the-eccentric-engineer-taking-inspiration-from-nature-for-the-crystal-palace/> (Erişim 12 Aralık 2019)

PRZYBYLEK, S. (tarih yok). Streamline Moderne: Houses, Furniture and Architecture. Study: <https://study.com/academy/lesson/streamline-moderne-houses-furniture-architecture.html> (Erişim 12 Ekim 2019)

PSX CONSULTACY. The Canna Lilly Enfeatured with Bees. <http://psx-consultancy.com/#canna> (Erişim 13 Ekim 2019)

PUIU, T. (2012). Honeybee Artificial Brain Might Help Unravel Animal Cognition. Zme Science: <https://www.zmescience.com/science/robotics/honeybee-artificial-brain-043234/> (8 Kasım 2019)

PUIU, T. (2013). Convergent Evolution in Bats and Dolphins Driven by Same Genes. Zme Science: <https://www.zmescience.com/medicine/genetic/convergent-evolution-echolocation-bats-dolphins-0423432/> (8 Kasım 2019)

QUINN, M. <http://marcquinn.com/read/biography> (Erişim 13 Ekim 2019)

QUINN, M. DNA portrait of Sir John Sulston. <http://marcquinn.com/artworks/single/dna-portrait-of-sir-john-sulston> (Erişim 12 Aralık 2019)

QWERTYWIKI. Zoomorphism <https://tr.qwerty.wiki/wiki/Zoomorphism> (Erişim 10 Aralık 2019)

RAMESH, P. (2019, 11 18). Dysfunctional Design. <https://oss.adm.ntu.edu.sg/prav0021/author/prav/> (12 Aralık 2019)

REDER, K. (2016, 09 24). Joe Davis' 'Microvenus' as Molecular Muse. Jacket 2: <https://jacket2.org/commentary/joe-davis-microvenus-molecular-muse> (Erişim 27 Ekim 2019)

REDMOND, S., & VERHAGEN, D. S. (2017, 02 07). Of Microbes and Machines: How Art and Science Fuse in Bio-Art. <https://edition.cnn.com/style/article/bio-art-microbes-and-machines/index.html> (Erişim 13 Ekim 2019)

REICHE, I. (2012). Curating Life. Kunst Universital Linz: https://www.ufg.at/fileadmin/media/institute/medien/abteilungen/interface_cultures/news_archiv/2012_WS/Abstract_CV_Reichle_LV.pdf (Erişim 13 Ekim 2019)

REINER, M. (Tarihsiz). 10.06 Jenseits des Menschen. <http://reinermatysik.de/ereignisactivity/jenseits-des-menschen/> (Erişim 12 Aralık 2019)

RESEARCH GATE. Biomimicry Levels as an Approach to the Architectural Sustainability. https://www.researchgate.net/figure/The-Challenge-to-Biology-Design-Spiral-13-Step-1-biological-solution_fig3_328726155 (Erişim 8 Kasım 2019)

RESEARCH GATE. Vacanti Mouse. https://www.researchgate.net/figure/The-Vacanti-mouse-a-human-ear-grown-on-mouse-In-1997-Vacanti-C-et-al-reported-on-the_fig3_335215729 (Erişim 12 Aralık 2019)

REVOLUTION ENGINEERING. Bioart Through Evolution: George Gessert. <http://revolutionbio.co/bioart/bioart-through-evolution-george-gessert/> (Erişim 29 Kasım 2019)

RINALDO, K. (2000, 01 01). Autopoiesis. Time Graphics: <https://time.graphics/event/360787> (Erişim 13 Ekim 2019)

RINALDO, K. Augmented Fish Reality. <http://www.kenrinaldo.com/portfolio/augmented-fish-reality/> (Erişim 12 Aralık 2019)

RINALDO, K. The Flock. <http://www.kenrinaldo.com/portfolio/the-flock-2000-finland/> (Erişim 13 Ekim 2019)

RMIT University. Tissue Culture and Art Project by Oron Catts and Ionat Zurr. <https://www.rmit.edu.au/about/our-locations-and-facilities/facilities/exhibition-spaces/rmit-gallery/news-and-media-releases/2009/november/tissue-culture-and-art-project> (Erişim 12 Ekim 2019)

ROBERTS, J. (2017, 02 09). Winning Skin. Distillations. <https://www.sciencehistory.org/distillations/winning-skin> (Erişim 10 Aralık 2019)

SANCHEZ, D. (2010, 12 12). Superskin Helmet. Biomimetic Design: <https://biomimeticdesign.wordpress.com/2010/12/12/superskin-helmet-casco-superskin/> (8 Kasım 2019)

SAVAşER, I. (2019, 08 01). Avangard Sanat Hareketleri ve Dadaizm. Kolaj Art: <http://kolajart.com/wp/2019/08/01/isil-savaser-avangard-sanat-hareketleri-ve-dadaizm/> (Erişim 27 Kasım 2019)

SAYGIN, A. (2015, 12 18). Rönesans ve Hümanizm Üzerine. Sanat Duvarı: <https://www.sanatduvari.com/ronesans-ve-humanizm-uzerine/> (11 Kasım 2019)

SELLARS, N. (2007). Ear On Arm. Ear on Arm. Stelarc. <http://stelarc.org/?catID=20242> (Erişim 12 Aralık 2019)

SCOOP. <https://scoop.com.au/perth-wa/guides/travel/crawley/attractions/listing/symbiotica-lab/> (Erişim 13 Ekim 2019)

SHARKLET. <https://www.sharklet.com/> (Erişim 1 Aralık 2019)

SHİNN-MORRIS, L. (tarih yok). What's the Difference Between Modern and Contemporary Art?. Arts and Culture: <https://artsandculture.google.com/theme/vwKiW17vbl3JA> (Erişim 12 Ekim 2019)

SILKA, P. (2016, 05 26). Most Memorable Golden Ratio Examples in Modern Art. Widewalls: <https://www.widewalls.ch/golden-ratio-examples-art-architecture-music/> (Erişim 19 Kasım 2019)

SMITHSONIAN (2019). Ecologic Art Exhibition, 1969
<https://www.aaa.si.edu/collections/items/detail/ecologic-art-exhibition-9545>

SMREKAR, M. (2006, 01 26). Post- Anthropocentric Art. An Interview With Maja Smrekar. We Make Money Not Art. (Regine, Röportaj Yapan) <https://we-make-money-not-art.com/post-anthropocentric-art-an-interview-with-maja-smrekar/> (Erişim Tarihi 10 Aralık 2019)

SOLDATO, E.D. (2015, 14 04). Natural Philosophy in the Renaissance. <https://plato.stanford.edu/entries/natphil-ren/> (Erişim 20 Aralık 2019)

SOLU BIOART SOCIETY: BioArt Society. <https://bioartsociety.fi/> (Erişim 13 Kasım 2019)

SOYGÜDER, Ş. Renk ve Algı Psikolojisi. Fotografya. <http://www.fotografya.gen.tr/TR,1708/renk-2.html> (Erişim 1 Aralık 2019)

SPAID, Sue (2019). Ecoventions <https://www.landviews.org/la2003/ecoventions-ss.html> (Erişim Tarihi 22 Aralık 2019)

STEADMAN, I. (2012, 07 10). Artist Genetically Engineers Mice with the DNA of Elvis Presley. Wired: <https://www.wired.co.uk/article/elvis-mice> (Erişim 13 Kasım 2019)

STELARC. Ear on Arm. <https://stelarc.org/?catID=20242> (Erişim 13 Kasım 2019)

STELARC. Third Hand. <http://stelarc.org/?catID=20265> (Erişim 21 Aralık 2019)

STELARC. (2018, 01 17). Redefining The Human Body As “Meat, Metal and Code”: An Interview with Stelarc. Sleek. (S. Lawler-Dormer, Röportaj Yapan) Sleek Magazine. 12 12, 2019 tarihinde <https://www.sleek-mag.com/article/stelarc-interview-posthumanism/> (Erişim Tarihi 10 Aralık 2019)

STERLING, B. (2014, 08 03). Synthetic Aesthetics: Investigating Synthetic Biology’s Designs on Nature. Wired: <https://www.wired.com/2014/03/synthetic-aesthetics-investigating-synthetic-biologys-designs-nature/> (Erişim 13 Ekim 2019)

SUBMARINER NETWORK. Department of Seaweed: A Transdisciplinary Platform for Exploration of Seaweed. <https://2019.submariner-network.eu/projects/balticbluebioalliance/alliance-cases/departement-of-seaweed-a-transdisciplinary-platform-for-exploration-of-seaweed> (Erişim 13 Ekim 2019)

SUBRAMANIAN, Meera (2019). Antropocene Now: Influntial panel votes to recognize Earth new epoch, 21 Mayıs 2019 <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01641-5> Erişim Tarihi 21 Aralık 2019

SUGIHTO, E. (2016). Does the Golden Ratio Exist in Architecture? Medium: https://medium.com/@social_archi/does-the-golden-ratio-exist-in-architecture-c15a1b3edfba (Erişim 20 Ekim 2019)

SYMBIOTICA. <http://www.symbiotica.uwa.edu.au/home/about> (Erişim 20 Aralık 2019)

SYNTHETICS AESTHETICS. syntheticaesthetics.org › residents › agapakis-tolaas (Erişim 20 Kasım 2019)

SVA. <https://sva.edu/> (Erişim 15 Aralık 2019)

ŞAHİNDÖĞAN, B. (2017, 02 26) Doğanın Mükemmel Strüktürünün Sanata Yansıması. Evrensel: <https://www.evrensel.net/haber/309854/doganin-mukemmel-strukturunun-sanata-yansimasi> (Erişim 1 Aralık 2019)

TARİHİ OLAYLAR. Sanayi Devrimi. <https://www.tarihiolaylar.com/tarihi-olaylar/sanayi-devrimi-1107> (Erişim 22 Kasım 2019)

TATE. Abstract Expressionism. <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/a/abstract-expressionism> (Erişim 27 Kasım 2019)

TATE. Helen Chadwick. <https://www.tate.org.uk/art/artists/helen-chadwick-2253> (Erişim 1 Aralık 2019)

TATE. Pop Art. <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/p/pop-art> (Erişim 27 Kasım 2019)

TDH. Edebi Akımlar, Hümanizm Nedir? Hümanizm Özellikleri ve Temsilcileri. <https://www.turkcenindirilisi.com/edebiyat/edebi-akimlar-humanizm-nedir-humanizm-ozellikleri-ve-temsilcileri-h88073.html> (Erişim 12 Aralık 2019)

TERRAPIN BRIGHT GREEN, BIOMIMICRY GUILD. Nature Inspired Innovation: Pax Water Technologies. <http://toolbox.biomimicry.org/wp-content/uploads/2015/01/Outreach-Toolkit-PAX-Scientific-Case-Study.pdf> (Erişim 10 Aralık 2019)

TERMITE RESEARCH. Nest Temperature. Is It Regulated? <https://www.esf.edu/efb/turner/termitePages/termiteNestTemp.html> (Erişim 13 Aralık 2019)

THE AMERICAN INSTITUTE ON ARCHITECTS. Lloyd Crossing Sustainable Design Plan. <https://www.aiatopen.org/node/159> (Erişim 8 Kasım 2019)

THE ART STORY. Summary of Art Nouveau. <https://www.theartstory.org/movement/art-nouveau/> (12 Ekim 2019)

THE ART STORY. Action Painting. <https://www.theartstory.org/movement/action-painting/> (Erişim 27 Kasım 2019)

THE ART STORY. Arte Povera. <https://www.theartstory.org/movement/arte-povera/> (Erişim 15 Aralık 2019)

THE ART STORY. Biomorphism. <https://www.theartstory.org/movement/biomorphism/> (Erişim 18 Ekim 2019)

THE ART STORY. Biomorphism, History and Concepts. https://www.theartstory.org/movement/biomorphism/history-and-concepts/#beginnings_header (Erişim 20 Aralık 2019)

THE ART STORY. Body Art History And Concepts. <https://www.theartstory.org/movement/body-art/history-and-concepts/> (Erişim 12 Aralık 2019)

THE ART STORY. Early Renaissance. <https://www.theartstory.org/movement/early-renaissance/> (Erişim 20 Aralık 2019)

THE ART STORY. Earth Art. <https://www.theartstory.org/movement/earth-art/> (Erişim 25 Aralık 2019)

THE ART STORY. Earth Art, History And Concepts.

https://www.theartstory.org/movement/earth-art/history-and-concepts/#beginnings_header (Erişim 10 Aralık 2019)

THE ART STORY. Fluxus. <https://www.theartstory.org/movement/fluxus/> (Erişim 27 Kasım 2019)

THE ART STORY. Futurism, History and Concepts. https://www.theartstory.org/movement/futurism/history-and-concepts/#beginnings_header (Erişim 10 Aralık 2019)

THE ART STORY. Mannerism. <https://www.theartstory.org/movement/mannerism/> (Erişim 10 Aralık 2019)

THE ART STORY. Neo Classicism. <https://www.theartstory.org/movement/neoclassicism/history-and-concepts/> (Erişim 10 Aralık 2019)

THE ART STORY. Realism. <https://www.theartstory.org/movement/realism/> (Erişim 22 Kasım 2019)

THE ART STORY. Surrealism. <https://www.theartstory.org/movement/surrealism/> (Erişim 27 Kasım 2019)

THE ART STORY. Viennese Actionism. <https://www.theartstory.org/movement/viennese-actionism/> (Erişim 12 Aralık 2019)

THE ART STORY. Victor Horta Artworks. <https://www.theartstory.org/artist/horta-victor/artworks/> (Erişim 11 Ekim 2019)

THE ARTIST EDITORIAL. The Difference Between Modern and Contemporary Art. The Artist: <https://www.theartist.me/art/difference-between-modern-and-contemporary-art/> (Erişim 12 Aralık 2019)

THE ARTS & GENOMICS CENTRE. <http://www.artsgenomics.org/organisation> (Erişim 13 Ekim 2019)

THE BIOMIMICRY INSTITUTE. (2016, 06 14). The Power of the Biomimicry Design Spiral. <https://biomimicry.org/biomimicry-design-spiral/> (14 Ekim 2019)

THE BIO HACKERS. To Document a Future Synthetic World: Post Natural History. <http://thisisalive.com/post-natural-history/> (Erişim 2 Aralık 2019)

THE ECONOMIST. (2008, 04 01). Victimless Leather. <https://www.economist.com/business/2008/04/01/victimless-leather> (Erişim 12 Ekim 2019)

THE MAGGER. (2018, 02 22). Pop Art Hakkında Her Şey: Tarihi, Sanatçıları ve Eserleri. <https://www.themagger.com/en-iyi-pop-art-sanatcilari/> (Erişim 28 Kasım 2019)

THE SCOPE. (2018, 11 14). Science History: 90 Years Ago, a Contaminated Petri Dish Changed the World. <http://thescopepopculturescience.blogspot.com/2018/11/90-years-ago-contaminated-petri-dish.html> (Erişim 27 Ekim 2019)

THIS IS ALIVE. (2001). To Re-Design a Cactus: The Cactus Project. <http://thisisalive.com/the-cactus-project/> (12 Aralık 2019)

THOMAS, D. (2014). Octopus Inspired Camouflage. Engineering: <https://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/8524/Octopus-Inspired-Camouflage.aspx> (Erişim 11 Ekim 2019)

TRAPASSO, E. (2013, 07 15). A Brief History of Rococo Art. Artnet News: <https://news.artnet.com/market/a-brief-history-of-rococo-art-32790> (Erişim 11 Kasım 2019)

TÜRKÇE BİLGİ. <https://www.turkcebilgi.com/bionik> (Erişim 10 Aralık 2019)

TÜRKÇE BİLGİ. <https://www.turkcebilgi.com/reform> (Erişim 12 Aralık 2019)

TÜRK DİL KURUMU. <https://sozluk.gov.tr/?kelime=> , (Erişim 10 Aralık 2019)

UAL. Professor Carol Collet. <https://www.arts.ac.uk/research/ual-staff-researchers/carole-collet> (Erişim 12 Aralık 2019)

UNESCO. Major Town Houses of the Architect Victor Horta (Brussels). World Heritage Center - Unesco: <https://whc.unesco.org/en/list/1005/> (Erişim 8 Kasım 2019)

UTOPIA RETRO MODERN. Alvar Aalto. <http://www.utopiaretromodern.com/utopiaretromodern/catalogo.asp?menu=designers&designer=Aalto&LAN=ENG> (Erişim 8 Kasım 2019)

ÜNAL, A. (Tarihsiz). Tr Pop Art. <http://www.trpopart.com/tr-popart/> (22 Kasım 2019)

VESELEY, D. (2014, 21 05). Sürrealizm, Mit ve Modernite. Skopdergi. (6). <https://e-skop.com/skopdergi/surrealizm-mit-ve-modernite/1937> (Erişim 27 Aralık 2019)

VISUAL ARTS. Neo Dada Art. <http://www.visual-arts-cork.com/history-of-art/neo-dada.htm> (Erişim 27 Kasım 2019)

VISUAL ARTS. Fluxus. <http://www.visual-arts-cork.com/history-of-art/fluxus.htm> (Erişim 27 Kasım 2019)

VISUAL ARTS CORK. Realism to Impressionism. <http://www.visual-arts-cork.com/history-of-art/realism-to-impressionism.htm> (Erişim 22 Kasım 2019)

WEST, R. Genetics Culture. Viewing Space: http://viewingspace.com/genetics_culture/pages_genetics_culture/gc_w03/hoyt_al%20b_a_response.htm (Erişim 1 Ağustos 2019)

WIKIMEDIA. Raphael School of Athens.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raphael_School_of_Athens.jpg (Erişim 11 Ekim 2019)

WIKIPEDIA. Biomimetic Architecture,
https://en.wikipedia.org/wiki/Biomimetic_architecture (Erişim 10 Aralık 2019)

WIKIPEDIA. Biomimicry. Bionic Gate. <http://www.bionicgate.com/biomimicry/>
(Erişim 10 Aralık 2019)

WIKIPEDIA. Eduardo Kac. https://tr.wikipedia.org/wiki/Eduardo_Kac (Erişim 13 Ekim 2019)

WIKIPEDIA. Ken Rinaldo. www.kenrinaldo.com › bio (Erişim 20 Aralık 2019)

WIKIPEDIA. Microbial Art. https://en.wikipedia.org/wiki/Microbial_art (Erişim 20 Aralık 2019)

WIKIPEDIA. Parabon NanoLabs. https://en.wikipedia.org/wiki/Parabon_NanoLabs

WIKIPEDIA. Symbiotica. <https://en.wikipedia.org/wiki/Symbiotica> (Erişim 13 Ekim 2019)

WIKIPEDIA. The FASEB Journal. https://en.wikipedia.org/wiki/The_FASEB_Journal
(Erişim 13 Ekim 2019)

WIKIPEDIA, (2019). Women Environmental Artist Directory.
https://en.wikipedia.org/wiki/Women_Environmental_Artists_Directory (Erişim Tarihi 21 Aralık 2019)

WIKIZERO. Aydınlanma Çağı.
https://www.wikizero.com/tr/Ayd%C4%B1nlanma_%C3%87a%C4%9F%C4%B1
(Erişim 21 Kasım 2019)

WITCOMBE, C. The Roots of Modernism. Art History Resources:
<http://arthistoryresources.net/modernism/roots.html> (Erişim 21 Kasım 2019)

WOODRUFF, B. (2019, 19 07). How Velcro Helped Hold the Apollo 11 Mission Together. (C. News, Röportaj Yapan) https://www.westernmassnews.com/velcro-s-role-in-the-apollo-mission/article_53afa5ce-aa8e-11e9-9692-af1d1007597d.html (Erişim Tarihi 11 Aralık 2019)

WOLFE, S. Art Movement: Surrealism. Artland Magazine: <https://magazine.artland.com/art-movement-surrealism/> (Erişim 27 Kasım 2019)

YILDIRIM, Ö. (tarih yok). Mimesis Olarak Sanat Nedir, Ne Demektir? http://www.felsefe.gen.tr/filozoflar/mimesis_olarak_sanat_nedir_ne_demektir.asp (Erişim 11 Ekim 2019)

YING LIN, P. PSX Consultacy. <http://peyinglin.net/psx.html> (Erişim 13 Ekim 2019)

ZANARDI, E. (2016, 08). The Resurgence of Op and Kinetic Art. White Hot Magazine. (G. Haba, Röportaj Yapan) <https://whitehotmagazine.com/articles/resurgence-op-kinetic-art/3490> (Erişim Tarihi 11 Kasım 2019)

Video & Film

Channel, N. G. (Yöneten). (2007). Superbat [Sinema Filmi].

Cohn, J., & Jersey, B. (Yönetenler). (2011). American Masters Charles & Ray Eames: The Architect and the Painter [Sinema Filmi].

Hu.M.C.C. - Human Molecular Colonization Capacity (2012). [Sinema Filmi].

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Neslihan ÖZGÜR

Doğum Tarihi: 19.06.1989

Doğum Yeri: İzmir

Eğitim Bilgileri

İzmir Ekonomi Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Görsel İletişim Tasarımı Bölümü, Multimedya Departmanı, Lisans (2011)

İŞ DENEYİMLERİ

İzmir Ekonomi Üniversitesi – Meslek Yüksek Okulu – Grafik Bölümü (2019 - Hala Devam ediyor)
Yarı Zamanlı Öğretim Görevlisi

2iki Tasarım (2018 – Halen Devam Ediyor)
Kreatif Direktör

Freelance Görsel İletişim Tasarımı (2015 – Halen Devam Ediyor)
Grafik, Multimedya ve Kreatif Yönetim Hizmeti

Adworm Creative (2017-2018)
Kreatif Direktör

241 Design Studio (2013-2015)
Yönetici Ortak ve Sanat Yönetmeni

Dreambox (2011-2013)
Jr. Sanat Yönetmeni