

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANA SANAT DALI

TASARLAMA EYLEMİNİN DİJİTAL EKOSİSTEM DÜZEYİNDE
İRDELENMESİ VE BİYOMİMETİK ARAKESİTTE SÜREÇ ODAKLI İÇ
MİMARİ TASARIM YÖNTEMİ ÖNERİSİ

Emre PINAR

SANATTA YETERLİK TEZİ

ADANA / 2024

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANA SANAT DALI

TASARLAMA EYLEMİNİN DİJİTAL EKOSİSTEM DÜZEYİNDE
İRDELENMESİ VE BİYOMİMETİK ARAKESİTTE SÜREÇ ODAKLI İÇ
MİMARİ TASARIM YÖNTEMİ ÖNERİSİ

Emre PINAR

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Tunç Aslan TULÜCÜ
Jüri Üyesi: Doç. Dr. Menşure Kübra MÜEZZİNOĞLU
Jüri Üyesi: Dr. Öğretim Üyesi Fatma Seda ÇARDAK
Jüri Üyesi: Doç. Dr. Tülay CANBOLAT
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet NORASLI

SANATTA YETERLİK TEZİ

ADANA / 2024

ukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu alışma, jürimiz tarafından SANAT VE TASARIM Ana Sanat Dalında
SANATTA YETERLİK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Tunç Aslan TÜLÜCÜ
(Danışman)

ye: Doç. Dr. Menşure Kübra MÜEZZİNOĞLU

ye: Dr. Öğr. Üyesi Fatma Seda ÇARDAK

ye: Doç. Dr. Tülay CANBOLAT

ye: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet NORASLI

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
.../.../2024

Prof. Dr. Hüseyin GÜLER

Enstitü Müdürü

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

ETİK BEYANI

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. .../ .../ 2024

Emre PINAR

ÖZET

TASARLAMA EYLEMİNİN DİJİTAL EKOSİSTEM DÜZEYİNDE İRDELENMESİ VE BİYOMİMETİK ARAKESİTTE SÜREÇ ODAKLI İÇ MİMARİ TASARIM YÖNTEMİ ÖNERİSİ

Emre PINAR

Sanatta Yeterlik Tezi, Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tunç Aslan TÜLÜCÜ

Temmuz 2024, 205 Sayfa

Tasarım kavramının, tasarım sürecinin teorik ve pratik yönlerini derinlemesine ele alan bu çalışma, biyomimetik tasarım, ekosistem ve yenilikçi tasarım yaklaşımları üzerine kapsamlı bir araştırma sunmaktadır. Öncelikle, geleneksel tasarım yaklaşımlarının temel prensipleri ve tarihsel gelişimi ele alınmış, tasarımın estetik ve işlevsellik arasındaki dengesinin nasıl kurulduğu üzerinde durulmuştur. Devamında biyomimetik tasarım kavramı ayrıntılı olarak incelenmiş, doğanın mühendislik ve tasarım süreçlerine ilham kaynağı olma potansiyeli değerlendirilmiştir.

Biyomimetik tasarım seviyeleri, doğal ekosistemlerin prensipleriyle karşılaştırılarak, bu seviyelerin tasarıma ve dijital ortama nasıl entegre edilebileceği ve uygulanabileceği konusu araştırılmıştır. Biyomimetik tasarımın ekosistem düzeyi bağlamında, tasarım sürecinin doğrusal değil, döngüsel ve geri beslemeli bir yapıya sahip olduğu, çeşitli aktörlerin etkileşimlerinin ve bilgi paylaşımının bu sürecin etkinliği üzerindeki olası katkıları değerlendirilmiştir.

Çalışmada ayrıca, iç mimari tasarım ekosisteminin altyapısının oluşturulması ve bu altyapının tasarım süreci üzerindeki öngörülen katkıları ele alınmıştır. Dijital platformlar aracılığıyla müşteri, tasarımcı ve sürece etkisi olan diğer değişkenler arasındaki iletişimin optimize edilmesi, veri analizi ve yapay zeka destekli karar mekanizmaları ile sürecin optimize edilerek yeniden tanımlanması konuları ele alınmıştır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde araştırma problemi, araştırmanın amacı ve önemi varsayımlar, sınırlılıklar ve araştırmanın yöntemi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde tasarım kavramı derinlemesine incelenerek tasarım kavramı ile ilişkili diğer konular araştırılarak sunulmuştur. Çalışmanın ikinci bölümü tasarım kavramı özelinde bir derleme çalışması niteliğindedir. Üçüncü bölümde biyomimetik tasarım ve ilişkili diğer konular ele alınarak çalışmanın dayanak noktası olan ekosistem seviyesi üzerinde durulmuştur. Dördüncü bölüm ekosistem kavramının araştırılması ve irdelenmesini içermektedir. Çalışmanın beşinci bölümünde iç mimarlık alanına yönelik olarak bir tasarım ekosistemi altyapısı geliştirilmeye çalışılmıştır. Devamında sözkonusu altyapı ile ilgili analizler ve altyapıya yönelik destekleyici çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonuç ve önerilerin ifade edilmesi ile sonlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tasarım, Biyomimetik, Ekosistem, İç Mimarlık

ABSTRACT**ANALYZING THE ACT OF DESIGNING AT THE LEVEL OF DIGITAL
ECOSYSTEM AND PROPOSING A PROCESS ORIENTED INTERIOR
ARCHITECTURAL DESIGN METHOD IN BIOMIMETICS INTERFACE****Emre PINAR****Ph. D. Thesis, Department of Art and Design****Supervisor: Assist Prof. Dr. Tunç Aslan TÜLÜCÜ****July 2024, 205 Pages**

This study, which deals in depth with the theoretical and practical aspects of the concept of design and the design process, presents a comprehensive research on biomimetic design, ecosystem and innovative design approaches. Firstly, the basic principles and historical development of traditional design approaches are discussed and how the balance between aesthetics and functionality is established. Then, the concept of biomimetic design is examined in detail and the potential of nature as a source of inspiration for engineering and design processes is evaluated.

The levels of biomimetic design are compared with the principles of natural ecosystems and how these levels can be integrated and applied to design and the digital environment is explored. In the context of the ecosystem level of biomimetic design, the design process has a cyclical and feedback structure rather than a linear one, and the possible contributions of the interaction of various actors and information sharing on the effectiveness of this process are evaluated.

The study also discusses the creation of the infrastructure of the interior design ecosystem and its anticipated contributions to the design process. Optimizing the communication between the client, designer and other variables that have an impact on the process through digital platforms, optimizing and redefining the process with data analysis and artificial intelligence-supported decision mechanisms are discussed.

In the first part of the thesis, the research problem, the purpose and importance of the research, assumptions, limitations and the methodology of the research are presented. In the second part of the study, the concept of design is examined in depth and other issues related to the concept of design are investigated and presented. The second part of the study is a compilation study specific to the concept of design. In the third chapter, biomimetic design and other related issues are discussed and the ecosystem level, which is the basis of the study, is emphasized. The fourth chapter includes the research and examination of the ecosystem concept. In the fifth part of the study, a design ecosystem infrastructure for the field of interior architecture is tried to be developed. Subsequently, analyses related to this infrastructure and supporting studies for the infrastructure were carried out. The study ends with conclusions and recommendations.

Keywords: Design, Biomimetics, Ecosystem, Interior Architecture



ÖNSÖZ

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

Çalışmam süresince değerli eleştiri ve katkıları ile çalışmamın şekillenmesine yardımcı olan Sanatta Yeterlik Tez İzleme Komitesi üyeleri sayın Dr. Öğretim Üyesi Fatma Seda ÇARDAK ve sayın Doç. Dr. Menşure Kübra MÜEZZİNOĞLU'na saygı ve minnetlerimi sunar teşekkür ederim.

Yerlik jürisi, tez önerisi ve tez izleme komitesi üyesi olarak çalışmama destek veren sayın (merhum) Prof. Dr. Faruk Yalçın UĞURLU'yu ve emekliye ayrılan sayın Dr. Öğr. Üyesi Gülerhan AKYÜZLÜER'i saygı ve minnetle anarak teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez savunma jürime katılmayı kabul eden ve değerli yorumları ile çalışmamı sonuçlandırmama yardımcı olan sayın Doç. Dr. Tülay CANBOLAT ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet NORASLI'ya saygı ve minnetlerimi sunar teşekkür ederim.

Birlikte görev yapmaktan gurur duyduğum mesai arkadaşlarım İç Mimarlık Bölümü araştırma görevlileri Gözde ALTIPARMAKOĞLU SAKARYA, Kemal SAKARYA ve Makbule Berfin BÜKER'e en derin minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Her zaman desteklerini hissettiğim İç Mimarlık Bölümü Öğretim üyeleri sayın Doç. Dr. Fehime Yeşim GÜRANİ ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Onur KILIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

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

İÇİNDEKİLER

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

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem	1
1.2. Araştırmanın Amacı	1
1.3. Araştırmanın Önemi.....	2
1.4. Varsayımlar (Sayıtlılar).....	3
1.5. Sınırlılıklar	3
1.6. Yöntem.....	4

BÖLÜM II

TASARIM KAVRAMI

2.1. Tasarım Elemanları	13
2.1.1. Nokta	13
2.1.2. Çizgi	14
2.1.3. Yüzey	15
2.1.4. Form (Biçim-Şekil).....	16
2.1.5. Renk	18
2.2. Tasarım İlkeleri	23
2.2.1. Tasarımda Denge İlkesi	23
2.2.2. Tasarımda Hiyerarşi İlkesi	24
2.2.3. Tasarımda Ritim İlkesi.....	25

2.2.4. Tasarımda Oran – Orantı İlkesi.....	26
2.2.5. Tasarımda Vurgu İlkesi.....	27
2.2.6. Tasarımda Bütünlük İlkesi	28
2.2.7. Tasarımda Harmoni İlkesi.....	29
2.2.8. Tasarımda Zıtlık İlkesi	31
2.2.9. Tasarımda Datum İlkesi	32
2.2.10. Tasarımda Boşluk İlkesi.....	33
2.3. Tasarım Türleri	34
2.4. Tasarım Süreci	37
2.4.1. Problemin Tanımlanması	38
2.4.2. Bilgi Toplama	39
2.4.3. Yaratıcı Süreç.....	40
2.4.4. Çözüm Üretme	41
2.4.5. Uygulama.....	42
2.4.6. Deneyimleme	42
2.4.7. Sunum	43
2.5. Tasarım Sürecindeki Hatalar.....	44
2.5.1. Tasarımcı Kaynaklı Hatalar	45
2.5.2. Toplumsal İsteklerden Kaynaklanan Hatalar	46
2.5.3. Uygulama Kaynaklı Hatalar.....	47
2.6. Tasarım Yaklaşımları.....	47
2.6.1. Tasarımcı düşünme yaklaşımları	48
2.6.2. Yaratıcılık.....	50
2.6.3. Yaratıcı Düşünme Süreçleri	52
2.6.4. Tasarımcı Düşünme ve Biçimlendirme.....	54
2.6.5. Biçimin Düşünülmesi.....	55
2.6.6. İmgelerle Düşünme	56
2.6.7. Davranışlarla Düşünme	57
2.6.8. Kavramlarla Düşünme	57
2.7. Biçimlendirme Yaklaşımları	58
2.7.1. Pragmatik Yaklaşım.....	59
2.7.2. Analogik Yaklaşım	59
2.7.3. İkonik Yaklaşım.....	60

2.7.4. Kanonik Yaklaşım.....	61
2.8. Yenilikçi Tasarım Yaklaşımları	61
2.8.1. Parametrik tasarım	62
2.8.2. Yapay Zeka	65
2.8.3. Üretken Tasarım.....	68
2.8.4. Doğa Temelli Yaklaşımlar	70

BÖLÜM 3

BİYOMİMETİK

3.1. Biyomimetik.....	72
3.2. Biyomimetik Tasarım Düzeyleri.....	85
3.2.1. Organizma Düzeyi	86
3.2.2. Davranış Düzeyi.....	87
3.2.3. Ekosistem düzeyi	92
3.3. Biyomimetik Düzeylerinin değerlendirilmesi.....	96
3.4. Örnekler Üzerinden Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri.....	108
3.5. Bölüm Sonucu.....	129

BÖLÜM 4

EKOSİSTEM KAVRAMI

4.1. Ekosistem Kavramı	132
4.1.1. Ekosistemlerde Dinamik ve Bilgiye Dayalı İşleyiş Sistemi	134
4.1.2. Ekosistemlerde İşbirliği ve Rekabet Arasındaki Eşgüdüm.....	135
4.1.3. Ekosistemlerde Yüksek Yapısal Çeşitlilik ve Mekansal Verimlilik.....	136
4.1.4. Ekosistemlerde Hizmetler ve Doğal Denetimler	136
4.1.5. Ekosistemlerde Karmaşıklık	137
4.1.6. Ekolojik Süksesyon Durumları (Gelişme ve Olgunluk Aşamaları)	139
4.2. Dijital Ekosistemler.....	141

BÖLÜM 5

TASARIM EKOSİSTEMİ

5.1. Tasarım Ekosistemi.....	145
5.2. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: İç Mimari Tasarım Adımları	148
5.3. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Altyapının oluşturulması.....	150
5.4. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Altyapının SWOT Analizi	156
5.4.1. Güçlü Yönler.....	158
5.4.2. Zayıf yönler.....	158
5.4.3. Fırsatlar	159
5.4.4. Tehditler	159
5.5. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Mobil Uygulama Önerisi	160
5.5.1. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Mobil Uygulama Arayüz Çalışması	164

BÖLÜM 6

SONUÇ, GEÇERLİLİK ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç.....	174
6.2. Geçerlilik.....	178
6.3. Öneriler	179
KAYNAKÇA.....	181
ÖZGEÇMİŞ	202

KISALTMALAR

BKZ	: Bakınız.
CAD	: Bilgisayar destekli tasarım
CAM	: Bilgisayar destekli üretim
BIM	: Yapı bilgi modelleme
2D	: İki Boyutlu
3D	: Üç boyutlu
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
ZQ	: Zygote quarterly (Biyomimetik alanında yayın yapan bir dergi)
YZ	: Yapay zekâ
AI	: Artificial intelligence (Yapay zekâ)
ML	: Machine learning (Makine öğrenmesi)
IoT	: Internet of Things, Nesnelerin İnterneti
IoS	: Internet of Services, Hizmetlerin İnterneti
UI	: User Interface, Kullanıcı Ara Yüzü
UX	: User Experience, Kullanıcı Deneyimi
PS	: Physical Space, Fiziksel Ortam
DS	: Digital Space, Dijital Ortam
MS	: Meta Space, Meta Ortam (Metaverse)
QR	: Quick Response, Hızlı Tepki, Karekod
AmI-S	: Ambient Intelligent Space, Çevresel Zekâyâ Sahip Ortam
CPS	: Cyber-Physical Systems, Siber-Fiziksel Sistemler
İHA	: İnsansız Hava Aracı
AG	: Arttırılmış Gerçeklik, Augmented Reality, AR
AR	: Augmented Reality, Arttırılmış Gerçeklik, AG
VS	: Virtual Space, Sanal Ortam
VR	: Virtual Reality, Sanal Gerçeklik, SG
BM	: Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)
FL	: Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)
GUI	: Graphical User Interface (Grafik kullanıcı arayüzü)
HCI	: Human-Computer Interaction (İnsan – Bilgisayar Etkileşimi)
AKA	: Also Known As (Aynı zamanda bu şekilde de bilinir)

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1 <i>Tasarım türleri ve alanları</i>	34
Tablo 2 <i>Airbus A380 Shark Kanat Tasarımı</i>	110
Tablo 3 <i>Swarm Robotics (Robot Arı Projesi)</i>	111
Tablo 4 <i>Sharkskin Swimsuit</i>	112
Tablo 5 <i>Shinkansen Bullet Treni</i>	113
Tablo 6 <i>Yüksek verimli güneş panelleri</i>	114
Tablo 7 <i>Columbia omniheat teknolojisi</i>	115
Tablo 8 <i>Otonom insansız hava araçları</i>	116
Tablo 9 <i>Masdar şehri projesi</i>	117
Tablo 10 <i>Flament pavillion</i>	118
Tablo 11 <i>Firefighting drone projesi</i>	119
Tablo 12 <i>WhalePower-Windstalk projesi</i>	120
Tablo 13 <i>Biomimetic Nanoparticles</i>	121
Tablo 14 <i>Self Healing Concrete</i>	122
Tablo 15 <i>Aeroacoustic Panels</i>	123
Tablo 16 <i>Taipei 101</i>	124
Tablo 17 <i>Lotusan boya</i>	125
Tablo 18 <i>Velcro bant (cirt-cirt)</i>	126
Tablo 19 <i>Zira Adası Projesi (konsept)</i>	127
Tablo 20 <i>Switch Restoran</i>	128
Tablo 21 <i>Shimizu TRY 2004 Mega-City Pyramid</i>	129
Tablo 22 <i>Ekosistem oluşturan bileşenler</i>	133
Tablo 23 <i>Ekosistemlerde gelişme ve olgunluk aşamaları (Yeang, 2006, s:55)</i>	139
Tablo 24 <i>Ekosistem hedefleri</i>	140
Tablo 25 <i>Dijital ekosistem örnekleri ve ilgili alanları</i>	141
Tablo 26 <i>Dijital ekosistemlerde yönetim araçları (Brush, 2023)</i>	143

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
<i>Şekil 1.</i> Nokta	14
<i>Şekil 2.</i> Çizgi	15
<i>Şekil 3.</i> Yüzey	15
<i>Şekil 4.</i> Farklı yüzey örnekleri	16
<i>Şekil 5.</i> Farklı geometrik biçim örnekleri	18
<i>Şekil 6.</i> Isaac Newton'un renk deneyi.....	19
<i>Şekil 7.</i> Renk çarkı (ana, ara ve üçüncül renkler).....	20
<i>Şekil 8.</i> Renk teorisi ve renk armonileri (Çeviri: Yazar)	22
<i>Şekil 9.</i> Denge (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	24
<i>Şekil 10.</i> Boyut, Şekil ve Yerleşim Olarak Hiyerarşi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	25
<i>Şekil 11.</i> Ritim (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	26
<i>Şekil 12.</i> Oran-Orantı (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	27
<i>Şekil 13.</i> Vurgu (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	28
<i>Şekil 14.</i> Bütünlük (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	29
<i>Şekil 15.</i> Harmoni (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	30
<i>Şekil 16.</i> Zıtlık (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	32
<i>Şekil 17.</i> Datum (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	33
<i>Şekil 18.</i> Boşluk (Pınar, 2022).....	33
<i>Şekil 19.</i> Tasarım sürecini ifade eden infografik (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	38
<i>Şekil 20.</i> Tasarımcı düşünmede bilgi kaynakları (Yazar tarafından şemalaştırılmıştır) .	48
<i>Şekil 21.</i> Wallas'ın dört aşamalı yaratıcılık süreci (Yazar tarafından şemalaştırılmıştır)	53
<i>Şekil 22.</i> Biçimi oluşturan düşünce yapısı (Koçkan, 2012'den alınarak yazar tarafından şemalaştırılmıştır).....	55
<i>Şekil 23.</i> Biçimin düşünülmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	56
<i>Şekil 24.</i> Biçimlendirme yaklaşımları (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	58
<i>Şekil 25.</i> Gordon'un analogi çeşitleri (Lessau, 1937)	60
<i>Şekil 26.</i> Parametrik tasarım ve kod örneği (Rhinoceros ve Grasshopper eklentisi)	63
<i>Şekil 27.</i> Parametrik tasarım örneği	64

Şekil 28. Yapay Zeka Zaman Çizelgesi.....	66
Şekil 29. Yapay Zekâ Araçlarından Örnekler	67
Şekil 30. Yapay Zekâ ile oluşturulmuş bir oturma elemanı (LeonardoAI).....	68
Şekil 31. Geleneksel, Hesaplamalı ve Üretken Tasarım yazılımlarına örnekler.	69
Şekil 32. Üretken Tasarım Aracının Tasarımı Optimize Etmesi ve Alternatifler Üretmesi	69
Şekil 33. Leonardo Da Vinci'ye Ait Çizimler (kuş kanadı ve uçan makinalar)	73
Şekil 34. Yaşama elverişli koşullar / Yaşamın Temel Prensipleri	77
Şekil 35. Biyomimetik Düşünme Sistemi	78
Şekil 36. Biyomimetik tasarım süreci adımları	79
Şekil 37. <i>Biyolojiden Tasarıma (Pınar, 2018).</i>	79
Şekil 38. <i>Biyolojiye sorma (Pınar, 2018).</i>	80
Şekil 39. Biyomimetik Taksonometrisi (Çeviri: Yazar)	83
Şekil 40. Tasarımda biyomimetik yöntem, termit örneği (Zari, 2007, s.3).....	85
Şekil 41. Eyfel Kulesi (1888) ve uyluk kemiği	86
Şekil 42. Kristal Saray ve Victoria Amazonica (Nilüfer) Bitkisi.....	87
Şekil 43. Eastgate ofis binası	88
Şekil 44. Termit kulesi ve pasif iklimlendirme sistemi (Çev: Pınar 2018).	90
Şekil 45. Eastgate alışveriş ve ofis binası pasif iklimlendirme şeması	91
Şekil 46. Magic Body Control Esin Kaynağı (tavuk)	92
Şekil 47. Zira adası (Nargin adası, Büyük Zire) Projesi	94
Şekil 48. NEOM (NeoMustakbal) The Line	95
Şekil 49. Super Trees	101
Şekil 50. Biyomimetik ana düzeylerin belirlenmesinde kullanılan yazılım ara yüzü (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	102
Şekil 51 Biyomimetik alt düzeylerin belirlenmesinde kullanılan yazılım ara yüzü (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	107
Şekil 52. Biyomimetik Örnek Değerlendirmesi ve Düzey Grafikleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	130
Şekil 53. Endüstriyel Devrimler (Çeviri: Yazar).	146
Şekil 54. Dodsworth (2009)'a göre İç Mimari Tasarımındaki Ana Adımlar (Çeviri: yazar)	148
Şekil 55 İç Mimari Tasarım Süreci	149

<i>Şekil 56.</i> Tasarım Ekosistemi Bileşenleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	152
<i>Şekil 57.</i> Tasarım Ekosistemi Sistemine Kayıt ve Roller (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	153
<i>Şekil 58.</i> İç Mimari Tasarım Ekosistemi Algoritması (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	155
<i>Şekil 59.</i> SWOT-GZFT analizi. (Çeviri: Yazar)	158
<i>Şekil 60.</i> Tasarım ekosistemi için SWOT/GZFT Analiz İnfografiği (Yazar tarafından	160
<i>Şekil 61.</i> Yazılım Geliştirmede Aşamalar. (Çeviri: Yazar)	161
<i>Şekil 62.</i> Tasarım Ekosisteminin Öngörülen Uygulama Mimarisi (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	163
<i>Şekil 63.</i> Karşılama, Giriş, Üyelik ve Profil Oluşturma Ekranları (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	165
<i>Şekil 64.</i> Kullanıcı girişi ve Tasarım Bilgilerinin Girilmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	166
<i>Şekil 65.</i> Tasarımcı Önerilerinin Belirlenmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	167
<i>Şekil 66.</i> Tasarımcı Profilleri ve Portfolyolar (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	167
<i>Şekil 67.</i> Tasarımcı Seçim Ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	168
<i>Şekil 68.</i> Tasarımcı Girişi ve Bildirim Ekranları (Yazar tarafından oluşturulmuştur)...	169
<i>Şekil 69.</i> Görüşme ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	169
<i>Şekil 70.</i> Tasarım ve Toplu Görüşme ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	170
<i>Şekil 71.</i> Tasarım Onay Ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)	171
<i>Şekil 72.</i> Süreç Takip Ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur).....	172

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem

Biyomimetik; doğadaki modelleri taklit ederek veya doğal oluşumlardan ilham alarak insan hayatında ortaya çıkan problemlere çözüm getirmeyi amaçlayan bir bilim dalıdır. Bilim, teknoloji, sanat, mimari, yapay zekâ, nanoteknoloji, robotik, endüstri, askeri araştırmalar, ulaşım gibi birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. Sözü edilen bu alanlara yönelik eğitimlere de kısmi olarak dahil edilmeye başlandığı söylenebilir.

Biyomimetik kendi içerisinde organizma, davranış ve ekosistem olmak üzere üç ana seviyede değerlendirilmektedir. Organizma ve davranış seviyelerinde tasarım örnekleri bulmak mümkündür fakat ekosistem seviyesinde değerlendirilebilecek tasarım bulunmamaktadır. Ekosistem seviyesinde ortaya atılan tasarım teorileri de günümüz teknolojisi ile üretilebilir seviyede değildir.

Biyomimetik ekosistem seviyesinde tasarım örneğinin bulunmaması bu alanda araştırma yapılması gerekliliğini beraberinde getirmiş ve çalışma bu çerçevede şekillenmiştir. Günümüz teknolojisinin hızla gelişmesi birçok alanda dijitalleşmeyi ve merkeziyetsizleşmeyi de beraberinde getirmiştir. Bu durumun birçok disiplin için kolaylık sağladığı ve yeni imkânları beraberinde getireceği varsayılmaktadır. Farklı alan ve disiplinlerde dijital ekosistem örneklerine rastlanmış fakat tasarım özelinde araştırıldığında dijital ekosistem anlayışı ile işleyen bir tasarım yaklaşımına ya da altyapısına rastlanmamıştır. Tasarım çatısı altındaki bu eksiklik sayılabilecek durum araştırma problemini oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Çalışma, üç ana biyomimetik düzeyden biri olan ekosistem seviyesini temel alarak dijital bir tasarım ekosistemi oluşturmayı hedeflemektedir. Biyomimetik yaklaşımların dijital ekosistem tasarımına uygulanmasını mümkün kılan bir çerçeve geliştirmek ve bu çerçevenin, dijital teknolojilerin hızla gelişen alanlarında sürdürülebilir, esnek ve etkili tasarım süreçleri için bir model oluşturmalarını sağlamak, araştırmanın öncelikli amaçları arasındadır.

Bu bağlamda, araştırma aşağıdaki amaçlara odaklanacaktır:

1. Biyomimetik prensipleri ve doğal ekosistemlerin işleyişinden ilham alarak, dijital dünyada benzer bir işleyişe sahip bir tasarım ekosistemi altyapısı oluşturmak.
2. Ortaya atılan tasarım ekosistemi düşüncesinin karmaşıklığını ve etkileşimlerini anlamak için biyomimetik yaklaşımları kullanarak yeni araştırma modelleri ve analiz teknikleri geliştirmek.
3. Biyomimetik tasarım prensiplerini, dijital ekosistemlerin ölçeklenebilirliği, esnekliği ve sürdürülebilirliği açısından değerlendirmek ve bu prensipleri optimize etmek.
4. Dijital ekosistemlerde merkeziyetsizlik, otonomi ve adaptasyon gibi doğal sistemlerden öğrenilen özellikleri entegre ederek, daha etkili ve güvenilir dijital sistemler geliştirilmesine katkı sağlamak.

Bu amaçlar doğrultusunda, araştırma biyomimetik ve dijital teknoloji alanlarını bir araya getirerek, öncelikle tasarım ekosistemi sonrasında da gelecekte ortaya çıkması muhtemel olan diğer dijital ekosistemlerin daha etkili, sürdürülebilir ve uyumlu bir şekilde tasarlanmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın önemi, biyomimetik prensipleri ve dijital teknolojilerin bir araya gelmesinin, gelecekteki farklı dijital ekosistemlerin tasarımında önemli bir rol oynaması potansiyeline işaret etmektedir. Doğadan ilham alarak tasarım yapmanın, dijital sistemlerin karmaşıklığını anlamak ve etkili çözümler üretmek için önemli bir yaklaşım olduğu kabul edilmektedir. Bu bağlamda, araştırmanın önemli katkıları şu şekildedir:

Biyomimetik yaklaşımların dijital ekosistem tasarımına uygulanmasıyla, doğal sistemlerin karmaşıklığını ve etkileşimlerini dijital dünyada yansıtmaya imkânı sağlanır. Bu, daha etkili, verimli ve sürdürülebilir dijital sistemlerin geliştirilmesine olanak tanır.

Tasarım ekosistemlerinin karmaşıklığını ve etkileşimlerini anlamak için geliştirilen yeni araştırma modelleri ve analiz teknikleri, dijital sistemlerin içsel yapısını daha iyi anlamamıza ve tasarım süreçlerini optimize etmemize yardımcı olur. Bu, tasarım sürecinin daha sistematik ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlar.

Biyomimetik tasarım prensiplerinin dijital ekosistemlerin ölçeklenebilirliği, esnekliği ve sürdürülebilirliği açısından değerlendirilmesi, daha sağlam ve güvenilir

dijital sistemlerin tasarımını teşvik eder. Bu sayede, gelecekteki dijital teknolojilerin daha dayanıklı ve doğaya uyumlu olması sağlanabilir.

Dijital ekosistemlerde merkeziyetsizlik, otonomi ve adaptasyon gibi doğal sistemlerden öğrenilen özelliklerin entegrasyonu, daha etkili ve güvenilir dijital sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlar. Bu, gelecekteki dijital teknolojilerin daha etkin ve çevre dostu olmasını sağlayabilir.

Bu araştırmanın sonuçları, tasarım disiplinlerinde dijital teknoloji alanında çalışan araştırmacılar, ilgili meslek profesyonelleri ve temel olarak bu konu ile ilgilenen bireyler için değerli bir kaynak oluşturacaktır. Ayrıca, doğa ve teknoloji arasındaki etkileşimleri daha iyi anlamamıza ve canlıların sahip olduğu prensipleri insanlık faydasına kullanma anlamında farklı bakış açılarına yönelik yenilikçi stratejiler geliştirmemize yardımcı olacaktır.

1.4. Varsayımlar (Sayıtlar)

Biyomimetik tasarım disiplinlerinde uzun zamandır kullanılan bir yaklaşım olarak adlandırılmaktadır fakat terim olarak ismi ilk defa 1969 yılında Otto H. Schmitt tarafından kullanılmış ve tasarım, mühendislik gibi alanlardaki problemlere yaklaşımda kullanılan bir düşünce sistemi olarak adlandırılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda biyomimetik, biyomimikri ve biyonik gibi “biyo” anlayışlar bilim dalları olarak adlandırılmıştır (Poll ve Nachtigall, 2015).

Biyomimetik, biyomimesis, biyomimikri gibi kelime varyasyonları bios ve mimesis (latince yaşam ve taklit) köklerinden gelmekte ve aynı manada kullanılmaktadır. Çalışmanın belirli kısımlarında bulunan bazı örnekler biyomimesis bazıları ise biyomimetik olarak adlandırılmıştır. Bu farklı isimlendirmeler yayın ve eser sahiplerinin tür adlandırması tercihlerinden kaynaklanmaktadır. Fakat temelde yatan anlayış aynıdır.

1.5. Sınırlılıklar

Biyomimetik haricindeki diğer “biyo” yaklaşımlar detaylı şekilde ele alınmayacaktır fakat çalışma içerisinde konunun ilerleyişine göre ihtiyaç duyulduğu takdirde yüzeysel bir şekilde ele alınabilir.

Literatür taraması tez önerisi aşamasında kapsamlı bir şekilde yapılmıştır fakat konu ile ilgili akademik, ticari ya da farklı bir amaç için yapılmış çalışma olup olmadığına dair taramalar çalışma boyunca devam etmiştir. Ancak yazılı, görsel, işitsel ve diğer

kaynaklara ait taramalara 31 Mart 2024 tarihi itibari ile son verilmiştir.

Biyomimetik, organizma, davranış ve ekosistem olmak üzere üç temel seviyede ele alınmaktadır. Bu çalışma biyomimetik tasarım yaklaşımının ekosistem düzeyine odaklanmakta ve bu düzey özelinde bir dijital tasarım-üretim ekosisteminin teorik altyapısını oluşturmayı hedeflemektedir. Oluşturulan dijital tasarım ekosistemi altyapısının hayata geçirilmesi için ekip ve farklı kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle fiziki olarak işleyen bir sistem sunulmayacaktır. Bu nedenle nitel araştırma desenlerinden olan gömülü teoriden faydalanılmıştır. Gömülü teori deseninde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen veriler ışığında araştırmacının bir teori veya kuram oluşturması temel alınmaktadır. Bu kısa tanım çerçevesinde şekillenen tasarım ekosistemi altyapısı teorik bir altyapıdır ve ayrıca gelişime açık bir algoritmayı ifade etmektedir.

Çalışma içerisindeki ekosistem tasarımı ekotasarım kavramı ile karıştırılabilir. Ekotasarım terimi bir ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel faktörlerin etkilerinin azaltılması ve bu etkilerin hesaplanmasını ifade etmektedir. Bu çalışmanın konusu olan ekosistem tasarımı bu tanımdan tamamı ile farklıdır. İlgili bölümde oluşturulan ekosistem tasarımı tasarım eylemine etki ve katkısı olan aktörlerin merkeziyetsiz bir biçimde ortak platformda tasarım eylemini gerçekleştirecekleri bir sistemi ifade etmektedir.

Oluşturulan tasarım ekosistemi bir algoritma şeklinde ele alınacak olup işlemesi öngörülen web tabanlı bir uygulamanın çalışma prensiplerini ve uygulanacak adımları ifade etmektedir. Sistem çalışır hale geldiğinde olası kullanıcıların belirlenmesi ve sistem altyapısının mantıksal tutarlılığının belirlenmesi açısından freelance (serbest) çalışan tasarımcılar, tedarikçiler (yapı malzemeleri ve diğer ürünler), uygulayıcı ve yükleniciler (ustalar, uzmanlar, teknisyenler), örneklemine bir anket / görüşme çalışması yapılarak alınan sonuçlar değerlendirilecektir.

1.6. Yöntem

Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden faydalanılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinin anlaşılması çalışmanın anlaşılması ve kabul edilebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle nitel araştırma yöntemlerinin genel hatları ile ifade edilmesi gerekli görülmüştür.

Nitel araştırma, insan yaşamının karmaşıklığı, çeşitliliği ve anlamıyla ilgilenen bir araştırma yaklaşımıdır. Antropoloji, psikoloji ve sosyoloji gibi sosyal bilimlerde, yirminci yüzyılın başlarında, pozitivist paradigmanın sınırlarını aşmak için nitel araştırma

yöntemleri geliştirilmiştir. Nitel araştırma, doğal ortamlarda gerçekleşen olguları, katılımcıların bakış açıları, deneyimleri ve yorumlarıyla birlikte anlamaya çalışır. Bu amaçla, nitel araştırma yöntemlerini kullanan araştırmacılar genellikle doküman analizi, bireysel gözlem ve görüşme gibi çeşitli bilgi edinme tekniklerini kullanarak, zengin ve derinlemesine veriler elde edebilirler. Nitel araştırma, hem var olan hem de yeni ortaya çıkan problemleri keşfetmek, anlamak ve çözmek için yorumlayıcı ve eleştirel bir süreç olarak tanımlanabilir (Baltacı, 2017; Guba & Lincoln, 1994; Klenke, 2016; Seale, 1999).

İnsan yaşamında meydana gelen olaylar ve bu olayları farklı yönlerden incelemeye çalışan nitel araştırma, çağdaş sosyal yaşamın karmaşıklığını anlamak için geniş yelpazede bir çok farklı bakış açısını içermektedir (Maxwell, 2008; Kitzinger, 1995). Sosyal durumlardaki gerçekliğin farklı bakış açıları ile derinlemesine ele alınması ve açıklanması, nitel araştırmanın dinamik doğasını vurgulamakta ve problem algısının giderek farklılaştığına dikkat çekmektedir (Denzin ve Lincoln, 2008). Etnografi, fenomenoloji, öyküleme araştırması, gömülü teori ve durum çalışmaları gibi birçok yaklaşımı barındıran nitel araştırmalar, insanla ilgili olguların kendi bağlamlarında ifade edilmesini sağlamaktadır (Bogdan ve Biklen, 1997).

Nitel araştırma, insanın kendi potansiyelini keşfetmesi, gizemleri çözmesi ve sosyal yapıları ile sistemlerini anlaması için kullanılan bir bilgiye ulaşma ve yeni bilgi üretme yöntemi olarak nitelendirilebilir. Nitel araştırma yöntemleri ile yapılan çalışmalarda öncelikle incelenen konuyu derinlemesine anlama çabası öne çıkmaktadır (Morgan, 1996). Bu tür araştırmalarda genellikle doküman analizi, bireysel gözlem ve görüşme ve söylev analizi gibi bilgi edinme teknikleri kullanılır (Seale, 1999). Nitel araştırma, insanın algıları ve olayları, sosyal gerçeklikte ve doğal ortamında derinlemesine inceleyerek, farklı disiplinleri bir araya getiren kapsamlı bir bakış açısına sahiptir (Hatch, 2002; Merriam ve Grenier, 2019). Ayrıca, incelenen problemleri kendi bağlamlarında yorumlayarak, olay ve olguların insanlar tarafından atfedilen anlamlarına da odaklanır. Nitel araştırma teknikleri ile çalışma yapacak olan araştırmacı, keşif sürecini etkinleştirir ve olaylar arasındaki ilişkileri daha net bir şekilde anlar (Malterud, 2001; Eysenbach ve Köhler, 2002). Keşif süreci, tüm araştırma yöntemlerinde önem taşımaktadır fakat nitel araştırmalarda ele alınan durumun ayrıntılarının belirginleşmesi için hayati öneme sahiptir. Ancak, nitel araştırmaların önemli bir yanı da araştırmacının kişisel görüşlerinden etkilenebilmesidir. Bu nedenle nitel yöntem ile yapılmış çalışmalar büyük ölçüde öznel olabilmektedir (Shenton, 2004; Silverman, 2016).

Nitel araştırma yöntemlerinde, olaylar, olgular, durumlar, kişiler ve teoriler arasında nedensellik ilişkisi kurulmayabilir veya aranmayabilir (Kuş, 2007; Neuman ve Robson, 2014). Bu yönü ile daha esnek olarak tabir edebileceğimiz nitel yöntemler, nicel araştırmalarla ölçülemeyen durumları daha derinlemesine ele alabilir ve cevaplar bulabilir (Sandelowski, 1986). Genellikle, nicel veriler ve yoğun istatistiklerin önemsenmediği nitel araştırmalarda, araştırmacının gözlemleri ile birlikte olguya dair metin ve söylev analizi gibi detaylar bulunur (Mallat, 2007). Araştırmacı, olayları ve olguları kendi bağlamında analiz etmek, yorumlamak ve anlamlandırma çabası içerisinde çalışmasını sürdürebilmektedir.

Nitel araştırmaların planlanması ve yürütülmesi sürecinde, araştırmacılar genellikle esnek ve dinamik bir çalışma ortamına sahiptir. Araştırmanın her aşamasında, araştırmacılar yeni yöntemler ve yaklaşımlar geliştirebilir ve araştırmanın etkisini artıracak düzenlemeler yapabilirler. Bu esneklik, nitel araştırmanın temel özelliklerinden biridir ve araştırmacılara yeni bilgilere ulaşma imkanı sağlar. Esneklik, aynı zamanda keşifsel bir yaklaşımı da destekler. Keşifsel yaklaşım, nitel araştırmalarda sıkça kullanılan ve araştırma verilerinin çeşitlendirilmesini ve detaylandırılmasını sağlayan araştırma açısından kullanışlı ve önemli bir özelliktir. Bilgi edinmenin zor olduğu veya yeterli çalışmanın yada kaynağın bulunmadığı konuların incelendiği durumlarda, bu yaklaşım oldukça kullanışlı olabilir (Bengtsson, 2016; Coffey ve Atkinson, 1996; Denzin ve Lincoln, 2008).

Nitel araştırma, konu özelindeki bilginin genel geçerliğinden veya evrensel boyutundan ziyade, incelenen olguyu detayları ve derinliğiyle en iyi şekilde ifade etmeyi amaçlar (Connelly, 2016; Marshall ve Rossman, 2014; Şimşek ve Yıldırım, 2011). Nitel araştırmalar, objektif ve doğrudan ifade edilebilir yada ölçülebilir durumlar yerine, incelenen konuların içsel ve kavramsal yapılarıyla ilgilenmektedir (Makatouni, 2002). Ayrıca, farklı araştırma yöntemlerinden de beslenerek karma bir araştırma yöntemi de benimsenebilir. Bu şekilde doğrudan ölçülemeyen veriler ile ölçülebilir veriler birleştirilerek ortaya atılan düşüncenin güvenilirliği artırılabilir (Creswell, 2002; Merriam, 1998; Patton, 1990).

Nitel araştırmaların yapılmasında, herhangi bir araştırmada olduğu gibi, öncelikle incelenecek konu hakkında bir farkındalık ve konu ile ilgili merak duygusu olmalıdır. İlgili problemin tanımlanması, fark edilmesi ve çözümüne dair bir merak yada istek duyulması önemlidir. Çünkü araştırma ve çalışma sürecinde araştırmacı, motivasyonunu

kaybedebilir ve araştırma konusundan sıkılabilir (Creswell, 2002; Guba ve Lincoln, 1994; Shenton, 2004). Problemin ayrıntılarına inilerek analiz edilmesi, çözüme yönelik alternatif yaklaşımlar arasından en uygununun seçilmesi önemlidir (Morgan ve Smircich, 1980; Morse, 2016). Daha sonra araştırmanın genel çerçevesi tasarlanarak bilgi edinme aracı geliştirilir. Veri toplama süreci konunun içeriğine göre görece uzun ya da kısa olabilir ve araştırmacı belirlediği bilgi edinme aracı ile çeşitli nitel verileri toplayabilir (Neuman ve Robson, 2014). Bu noktada verilerin sınıflandırılması konusu ortaya çıkmaktadır. Verilerin sınıflandırılmasıyla, analiz ve yorumlama etkin bir biçimde gerçekleştirilebilir (Bogdan ve Biklen, 1997). İlgili araştırmanın son aşaması olarak adlandırabileceğimiz raporlama, farklı sorunları açığa çıkarabilir. Çünkü nitel araştırmanın amaçlarından biri, belirli problemlerin çözülmesine ve yeni problem durumlarının fark edilmesinin kolaylaştırılmasına katkıda bulunmaktır (Mallat, 2007; Pope vd., 2006). Bu döngü, araştırma süreci boyunca devam etmektedir.

Nitel araştırma sürecini adımlar şeklinde sıralayacak olursak; Problemin farkına varılması ve tanımlanması, problemin analiz edilerek detaylarının belirlenmesi, problemin çözümüne yönelik yaklaşımın belirlenmesi, çalışmanın genel çerçevesinin oluşturulması, veri toplama işlemleri, verilerin sınıflandırılması ve analizi, araştırmacının verileri yorumlaması ve verilerin rapor haline getirilerek çalışmanın sonlandırılması şeklindedir (Creswell, J.W. 2002). Creswell'in tanımladığı bu süreç kendi içerisinde farklı önemli durumları da barındırmaktadır. Nitel araştırma çalışmasının başlangıcından itibaren araştırmacının dikkatle ele alması gereken üç temel bulunmaktadır; İlk olarak araştırmanın temelini oluşturacak konuyu tanımlayan bir kuramsal çerçeve oluşturulmalıdır. İkinci olarak zaman ve uygulanabilirlik açısından sistemli bir araştırma stratejisi geliştirilmelidir. Bu strateji bir nevi ajanda görevi üstlenecek ve hangi aralıklarda hangi konuların araştırılması ve tamamlanması gerektiği belirlenecektir. Bu şekilde çalışmanın sonlandırılacağı tarih de belirlenebilir. Son olarak da yapılan araştırmaların konu ile ilgili sayılabilecek bir kitleyi hedeflediği unutulmadan kolayca anlaşılabilir tutarlılıkta raporlanması ve sunulması gerekmektedir. (Miles ve Huberman, 1994; Kitzinger, 1995; Morgan, 1996; Creswell, 2002; Golafshani, 2003; Bengtsson, 2016; Connelly, 2016; Merriam ve Grenier, 2019).

Nitel araştırma yöntemleri ile ilgili bilgiler doğrultusunda çalışma detaylı bir literatür taraması ile başlamaktadır. Biyomimetik tasarım yaklaşımının üç ana seviyesinden biri olan ekosistem düzeyi özelinde hibrit bir tasarım ekosistemi

geliştirmeyi amaçlayan tez çalışmasında biyomimetik tasarım ile ilgili veriler yazılı ve görsel materyallerden edinilmiştir. Aynı şekilde ekosistem ve dijital ekosistem konuları ile ilgili bilgiler de yazılı ve görsel materyaller üzerinden edinilmiştir. Genel olarak yenilikçi yaklaşımları barındıran tez çalışması için literatür taramasına ek olarak belgesel türündeki dizi-film örnekleri, sosyal medya içerikleri, sanat ve tasarım ile ilgili dijital platformlar, dijital içerik üretilen ve paylaşılabilen platformlar gibi web ortamında yer alan ve doğruluğunun sağlanması yapılabilecek düzeyde olan her türden veri (yazılı, görsel, işitsel) değerlendirmeye alınmıştır.

Tasarım ekosistemi başlığı altında oluşturulan tasarım ve üretim modeli dijital ve fiziksel dünyayı birleştirmesi ayrıca tasarım olgusunu merkeziyetsiz hale getirme potansiyeli düşünüldüğünde hibrit bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Tasarım çatısı altında örneği bulunmayan bu model önerisini oluşturma aşamasında nitel araştırma yöntemlerinin deneysel araştırma desenlerinden de faydalanılacaktır. Bu anlamda nitel araştırma desenlerinden biri olan fenomenoloji'den faydalanılabilir. Fenomenolojik yaklaşımın amacı durum içinde yer alan bireylerin algılarından fenomeni tanımlamak ve kişileri aydınlatmaktır. Bir başka deyişle fenomeni, yaşanmış deneyimlerle tanımlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bireysel bilgi ve öznellik paradigmasına dayanan ve bireylerin bakış açılarını anlamak için uygun olan bu yaklaşımda bireysel bakış açısına ve yorumlamaya vurgu yapılmaktadır. Bir fenomeni tanımlamak; genellikle görüşmeler, tartışmalar, katılımcı gözlem ve katılımcıların bakış açısından yansıtma gibi nitel yöntemlerin kullanılarak derinlemesine bilgi edinilmesi ve tümevarımcı algıları içermektedir (Yalçın, 2022).

Nitel araştırma desenlerinin bir arada kullanılabileceği ve her bir araştırma deseninin bir diğerine destek olabileceği bilinmektedir. Bu nedenle çalışmanın konusu ve ulaşacağı sonuca uygun olması nedeni ile gömülü teori deseninden de faydalanılacaktır. Gömülü teori çalışmalarının amacı bir kuramı keşfetmek ya da oluşturmak olarak tanımlanmaktadır (Miles ve Huberman, 1994). Kuram genellikle somut bir şema ya da spesifik bir deneyime, duruma, ortama ait önermeler setidir. Çalışılacak olan olayın, olgunun veya genel anlamda konunun bağlamı gömülü teori çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Bir başka deyişle araştırmacı topladığı verileri anlamlı bir yapıya kavuşturmayı yani bu verilerden yola çıkarak bir kuram oluşturmayı amaçlamaktadır (Miles ve Huberman, 1994). Bu tanımdan hareket ile oluşturulacak tasarım ekosistemi yapay zeka da dahil olmak üzere bütün tasarım aktörlerini ortak bir paydada tasarım

eylemine dahil etmeyi ve bütüncül hareket etmelerini sağlamayı amaçlayan bir teoridir. Çalışmanın ortaya bir teori çıkarması gömülü teori deseninin kullanılmasını neredeyse zorunlu hale getirmektedir.

Çalışmanın son bölümünde üç ana biyomimetik düzeyinden biri olan ekosistem seviyesi temel alınarak dijital bir tasarım ekosistemi oluşturulacağı belirtilmiştir. Bu ekosistem altyapısı ortaya atılan bir teoridir. Bu nedenle son bölüme kadar olan verilerin analizi doğrultusunda kuram oluşturma deseninden faydalanılarak oluşturulan altyapı bir tasarım kuramına dönüştürülmeye çalışılacaktır. Kuram oluşturma ile ilgili araştırma ve açıklamalar 5. Bölüm içerisinde karşılaştırmalı olarak ele alınacaktır.

Ayrıca oluşturulan söz konusu altyapının güçlü ve zayıf yönlerini, fırsat ve olası tehditlerini belirlemek üzere swot analizi gerçekleştirilecektir.

SWOT Analizi, ilk olarak Prof. Heinz Weihrich tarafından, San Francisco Üniversitesi'nde yönetim profesörü iken "Long Range Planning" dergisinde yayınlanan bir makalede ortaya atılmıştır. Bu makale, stratejik planlama ile ilgili çalışmalarda önemli bir yer edinmiştir. Günümüzde de SWOT Analizi, stratejik yönetim ve planlama süreçlerinde kullanılan önemli bir araç olarak güncelliğini korumaktadır (Hamdioğlu, 2002. Akt: Cebecioğlu, 2006).

Alan ve konu farketmeksizin herhangi bir organizasyonda stratejik yönetimin en önemli konularından biri Swot Analizi'nin yapılmasıdır. SWOT Analizi, söz konusu organizasyonun iç ve dış alanlarının kendi konu sınırlarında değerlendirilmesine imkan sağlayan bir analiz tekniğidir. SWOT Analizi, konu bağlamında bulunan içeriklerin etkileneceği örgütsel ve çevresel faktörlerin olumlu ve olumsuz yönleriyle incelenmesini içermektedir. SWOT, aşağıda verilen İngilizce kelimelerin baş harflerinden oluşturulmuş bir kısaltmadır;

S: Strength (Organizasyonun güçlü ve üstün taraflarının ifade etmektedir.)

W: Weaknesses (Organizasyonun zayıf olan yönlerinin tespit ve ifade etmektedir.)

O: Opportunities (Organizasyonun sahip olduğu fırsat ve potansiyelleri ifade etmektedir.)

T: Threats (Organizasyonun karşılaşması muhtemel tehdit ve tehlikelerini ifade etmektedir.) (Certo, 1994; Aktan, 1999; Kocabaş vd., 1999; Tenekecioğlu ve Tokol, 2004. Akt: Cebecioğlu, 2006).

SWOT Analizi, incelenen kuruluşun, organizasyonun, tekniğin, sürecin, yeniliğin veya durumun temel olarak güçlü ve zayıf yönlerini belirlemekte ayrıca durumun dışında kalan fakat durum ile ilişkisi olabilecek dış çevreden kaynaklanan fırsat ve tehditleri saptamakta yaygın olarak kullanılan bir teknik olarak bilinmektedir (Gürlek, 2002).

Benzer bir tanım olarak; mekansal planlama, kurumsal planlama veya kişisel planlama gibi alanlarda başvuru; kişiye, kuruma, projeye veya proje alanına ilişkin *güçlü yönler*, *zayıf yönler*, *fırsatlar* ve *tehditler* gibi parametreleri açıkça ortaya koyan bir teknik olarak adlandırılabilir (Poyraz, 2018).



BÖLÜM II

TASARIM KAVRAMI

Tasarım konusu hakkında birçok farklı kaynakta birçok farklı tanım ve ifadeye ulaşmak mümkündür. Bu kavram hakkında neredeyse bütün tasarımcıların kendilerine özgü açıklamaları bulunabilir. Bu denli geniş ifadeleri bulunan bu kavramın sözlük anlamı “*Zihinde canlandırılan biçim, tasavvur veya istihzar*” şeklindedir (sozluk.gov.tr). Ayrıca 1974 yılı Türk Dil Kurumu Eğitim Terimleri Sözlüğünde “*Bir şeyin biçimini zihinde canlandırma işi ya da tasarlanan biçim ve önceki bir algının yeniden canlandırılması.*” şeklinde ifade edilmiştir. 1975 Türk Dil Kurumu Felsefe Terimleri Sözlüğünde; (*Geniş anlamda*) *Bilinç içeriği, algı, daha önce algılanmış olan bir nesne ya da bir olayın bilinçte sonradan ortaya çıkan kopyası (imgesi) ve Önceden görülenmiş olana karşıt olarak salt imgelem yoluyla varlık kazanan şey* ifadelerine yer verilmiştir (sozluk.gov.tr).

Bir başka tanıma göre tasarım bir yapı ya da aygıtın kısımlarının kâğıt üzerine çizilmiş biçimi anlamında kullanılan “tasar” kökünden türetilmiş olan “tasarı” ya dayanmaktadır (Bayazıt, 2008, s:174). Farklı sözlük türlerindeki farklı anlamlarına değinilen tasarım terimi dilimize İngilizce “design” kelimesinden geçmiş ve dizayn yada tasarım olarak da gerek günlük konuşma gerekse akademik literatür içerisinde kullanıldığı bilinmektedir.

Kelime kökeni olarak bakıldığında ilk olarak İngilizce “design” kelimesi karşımıza çıkmaktadır. Design sözcüğünün Latince “designare” sözcüğünden türediği bilinmektedir. Anlam olarak karşılığı bildiğimiz ya da alıştığımız anlamdan biraz daha derindir. Designare sözcüğü temelde “*bir şeye işaret etmek*” anlamında kullanılmıştır. Burada mana biraz daha derinleştirilerek etimolojik olarak ancak uzaktaki bir şey işaret edilebilir, piktoral anlamda; birden fazla şeyin bulunduğu ortamda tek bir şey ifade edilebilir, ruhani anlamda da “aklın gözü” betimlemesi ile sözcüğün hem yoğun bir arınma yaşadığı hem de daha da derinleştiği söylenebilir (Archer, 1965; Jones, 1980; Ketenci ve Bilgili, 2006; Haskett, 2013).

Tasarım terimi hakkında farklı tasarımcıların yorumları da dikkat çekmektedir. Elizabeth Adams Hurwitz tarafından “gerekli olanın araştırılması” şeklinde yorumlanmıştır (Becer, 2008). Burada tasarım terimi ortaya bir şey çıkarmak gibi değil bilgi toplama işlemi gibi algılanmaktadır fakat tasarım bir sorunun çözümüne yönelik yapılan çalışmalar bütünü kapsayan bir anlama sahiptir. Bu nedenle “gerekli olanın araştırılması” ifadesi tasarımı kısa

ve öz olarak iyi bir şekilde tanımlamaktadır. Hangi disiplinde olursa olsun tasarım ihtiyaca göre şekillenmektedir. Gereklilikler doğrultusunda araştırma yapılır ve uygun çözüm yâda çözümler üretilir. Benzer şekilde başka bir tasarım ifadesi de Robert Gillam Scott (1951) tarafından “Ne zaman tanımlanmış bir amaç için bir şey yapıyorsak, o zaman tasarlıyoruz.” Şeklinde dir. Bu da gerekli olanın araştırılması ifadesi ile benzer bir biçimde yorumlanabilir.

Tasarım teriminin kullanım alanına bakıldığında genellikle tatbikî sanatlar, görsel sanatlar, mühendislik, mimarî, peyzaj ve diğer yaratıcı disiplinler çerçevesinde ele alınmaktadır. Terimin kullanım şekline bakacak olursak tasarım, isim ve fiil olarak kullanılabilir. Tasarım ürünün kendisini ifade ederken yine tasarım tasarlama eylemi anlamında kullanılarak fiil özelliğine bürünmektedir. Tasarım yapmak ve ya tasarlamak yeni bir ürün ya da nesne, mekân, alan gibi düzeylerde araştırma, plan/taslak oluşturma, geliştirme ve sonlandırma sürecini ifade etmektedir. Terimin kökünde bulunan tasarı ise taslak çizimlerden son uygulama çizimlerine ayrıca maket, model ve sonuç ürünü ifade etmek için kullanılabilir.

Tasarım ortaya bir ürün çıkarmak için ön koşuldur. İlgili ürünlerin tasarım aşaması meslek insanların zihinlerinde oluşur, gelişir ve daha sonra yine çeşitli tasarım aşamalardan geçerek nesnel ve fiziksel bir gerçeklik kazanmaktadır. Bu manada tasarım yaratma ifadesi ile örtüşen bir durum haline gelmektedir. Yaratma, genellikle insanın hazır olarak bulduğu doğa varlığına, insanın kendi tinsel (manevi) varlığını katması demektir (Tunalı, 2002). Ortaya çıkan ürünler hangi disipline ait olursa olsun tasarım duyuşal dünyaya duygu ve düşüncelerin aktarılması gerçekleşir. Düşünsel ya da fiziksel ortamda ortaya çıkmış her yaratı bir tasarım olarak değerlendirilebilir. Buradan hareket ile tasarım temelinin yaratıcılığa dayandığı söylenebilir. Herhangi bir konu ya da probleme farklı bakış açıları ile yaklaşarak yeni öneri ve çözümler geliştirmek tasarım olgusu ile mümkün olmaktadır. Başka bir ifadeye göre tasarım geleceğe ve bir amaca yönelik planlama ve biçimlendirme eylemlerinin tamamını ifade etmektedir.

Tasarlama eylemi oluşturulacak ürünün her ayrıntısını ve organizasyonu ile ilgili her faaliyeti kapsamaktadır. Tasarım daha önce de bahsedildiği üzere bir sorunun çözümüne yönelik olarak geliştirilmiş plan veya fikirdir. Tasarım öncelikle zihinde var olan bir fikirdir. Bu fikrin içerisinde biçim verme dinamiği de bulunur ve oluşum süreci içerisinde fiziksel bir biçim bir hacim kazanarak nesne haline gelmekte bu şekilde soyut düşünceden somut bir varlığa dönüşmektedir. Bu düşüncenin sonucunda her tasarım olgusunda bir düşünce sistemi ve bu düşüncelere göre şekillenmiş bir nesne bulunmaktadır.

Buna göre tasarım kavramı her çeşit nesne veya düşüncenin insan tarafından zihinsel ve fiziksel olarak oluşturulması ya da var edilmesi anlamında kullanılabilir.

Tasarım farklı yerlerde ve farklı kültürlerde var olan grupların kültürel özelliklerine göre değişiklik gösterebilir.. Fakat bu durum tasarım ile ilgili bilişsel ve fiziksel süreçleri değişikliğe uğratmaz. En basit araç gereçler bile nerede olursa olsun birer tasarım ögesi olarak adlandırılmasalar dahi insan zihninin sorun çözmek için kullandığı birer ürünü oldukları düşünüldüğünde tasarım olarak adlandırılabilirler.

2.1. Tasarım Elemanları

Bütüncül tasarımı meydana getiren öğeler olmaları açısından tasarım elemanları konusu önem taşımaktadır. Çalışmanın bu bölümünde tasarımı meydana getiren yapıtaşları konu alınacaktır. Tasarımın temellerini oluşturan bu elemanlar nokta, çizgi, yüzey, biçim ve renk olarak sıralanabilir.

2.1.1. Nokta

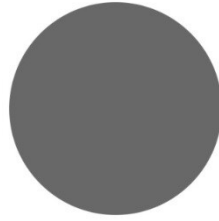
Nesnelerin var olduğu fiziksel dünyamızda belirgin olarak kendi anlamı ile görülebilir nokta öğeleri bulunmamaktadır. Fakat nesnelerin köşeleri, tepeleri, ayrıtları ve nesnelerin birbirleri ile birleşerek oluşturdukları arakesitleri bulunmaktadır. Bu unsurlar fiziksel dünyada noktalar olarak algılanmaktadır. Özetle nesnenin kendine ait olmayıp insan zihninin algılama çeşitlerinden biridir.

Tasarımdaki nokta kavramı varsayımsaldır. Uzayda bir konumu işaret eder ve iki doğrunun kesiştiği yer şeklinde tanımlanır (Gürer, 1990). Klee'ye göre nokta kâğıt yüzeyine kalemin dokunması ile oluşan ve kalemi tutan elin enerjisi ile yüklü bir çıkış noktasıdır. (akt: Gürer, 1990) Noktanın bu ifadesi Helmholtz'un uzay analizinde ortaya attığı teorisine dayanmaktadır. Nokta hareket ederek çizgiyi, çizgi hareket ederek yüzeyleri, yüzeyler ise hacimleri oluştururlar (Naylor, 1985, s.92).

Matematik tabanlı bir terim olarak bakıldığında boyutsuzluğu ifade eden noktanın biçimsel karakteri küresel veya daire şeklinde olmalıdır gibi tanımlar geçerliliğini koruyamamıştır. Algı özelinde değerlendirildiğinde mesafe ve oran ön plana çıkmaktadır. Kağıt üzerine bırakılan bir nokta görüntüsü mikroskop benzeri optik araçlar ile büyütüldüğünde nokta hakkındaki algılama farklılaşacaktır. Görünen biçim düzensiz bir leke şeklinde olacaktır. hatta nokta görüntüsü içerisinde milyonlarca yeni nokta belirebilir. Bilgisayar teknolojisini ile oluşturabileceğimiz kusursuz bir nokta da dijital dünyada benzer

bir tepki verecektir. Saklanabilir görüntülerin defalarca büyütülmesi ve bu görüntüleri meydana getiren piksellerin küçük kareler şeklinde görülmesi de nokta algılanmasını bozacaktır. Buradan hareketle noktayı belirleyen dairesellik, küre şeklindeki yapısı değil insan beyninin algılama biçimidir. Başka bir deyişle nokta zihnimizin objelerin birleşim noktalarını algılayan kısmının bir dışavurumudur.

Nokta tasarım merkezli bütün yaklaşımlarda gerek kavramsal olarak gerekse bir işaret ya da vurgu aracı olarak sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Kavramsal kısmı genellikle yukarıda ifade edilmeye çalışıldığı şekilde sanal ya da mecaz bir öge olarak ele alınmaktadır. Fiziksel noktalar ise bir sokağın kesişim noktası, herhangi bir tasarımın dikkat çekici noktası, bir şehirdeki meydan, bir mekândaki donatı gibi kendi anlamını tamamlayan göze çarpıcı başlangıç öğeleri yâda gösterilmek/vurgulanmak istenen herhangi bir öge şeklinde karşımıza çıkabilir. Kısa ve kavramsal bir ifade ile nokta her tasarımın başlangıcıdır.

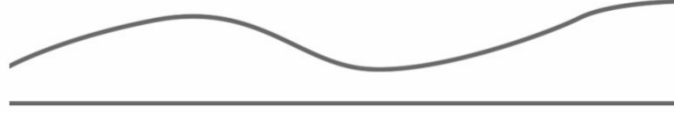


Şekil 1. Nokta

2.1.2. Çizgi

Algısal bir şekilde nesnelerin kesişen yüzeylerini, ara kesitlerini ve nesneyi oluşturan sınırları ifade eden, noktanın hareket ettirilmesi veya birleşmesi ile oluşan kavramsal ögedir. Çizgi tamamen insana özgü bir algılamadır. Benzer yâda aynı öğelerin tekrarının bir çizgi gibi algılanması ve aslında o yönde herhangi bir çizgi olmaması bu algılama biçimini tanımlayabilir.

Noktadan farklı olarak çizgilerin farkı psikolojik çağrışımlar yapma özelliği de bulunmaktadır. Örneğin ucu açık çizgiler devamlılık algısı yaratırken kapalı çizgilerin doğrudan biçim algısı oluşturduğu bilinmektedir. Teorik olarak çizginin bir kalınlığı yâda hacmi yoktur, herhangi bir yüzeye bırakılan doğrusal izlerin tümü çizgi olarak adlandırılır. Hatta var olmayan fakat bir yönü, bir parçayı veya bir kısmı ifade etmek için de çizgi terimi kullanılmaktadır. Örneğin ekvator çizgisi ya da meridyen/paralel çizgileri gibi.



Şekil 2. Çizgi

2.1.3. Yüzey

Yüzey çizgilerin uzayda aralıksız tekrarı ile oluşmaktadır. Matematiksel tanımı “bir cisim uzaydan ayıran dış ve yaygın bölüm” şeklindedir (sozluk.gov.tr). Kendi oluşum yasalarına göre oluşan herhangi bir biçimin en dışta kalan niteliği olan yüzey; insan beyninin algılamasında nesnel dünya ile temasında nesnenin yapısı ile hakkında bilgi veren, nesne ile ilişki kurulabilen en dış katmandır.



Şekil 3. Yüzey

Tasarımda "yüzey" kavramı, genellikle bir nesnenin dış görünüşünü, dokusunu ve diğer dış niteliklerini ifade eder. Yüzey, bir nesnenin dış katmanını, doku, renk, desen ve malzeme gibi görsel ve dokunsal özellikleri içerir. Tasarımın birçok farklı disiplinde, yüzey tasarımı önemli bir rol oynar ve nesnenin estetiği, kullanılabilirliği ve işlevselliği üzerinde büyük etkisi olmaktadır.



Şekil 4. Farklı yüzey örnekleri

Tasarımda yüzey kavramı, görsel, dokunsal ve işlevsel özelliklerin birleşimini ifade eder ve tasarımın dikkatle incelenen bir yönüdür. Tasarım sürecinde yüzeyin nasıl şekillendirileceği ve malzeme seçimi, nesnenin son kullanıcıya nasıl etki yapacağını belirler.

2.1.4. Form (Biçim-Şekil)

Biçim, şekil, form kavramları tasarım ile ilgili disiplinlerde kavram karmaşasının sıklıkla yaşandığı ifadelerdendir. Divanoğlu, (1997)'ye göre şeklin biçimin başlıca karakteristik tanımlayıcısı olduğu söylenmiştir. Atalayer, (1994)'e göre ise form ve şekil aynı olduğu parantez içinde verilerek “formun (şekil) uzayı yüzeylerle sınırlayan her varoluş” biçimin ise canlı varlıklara karşılık olduğu ifade edilmiştir. Gökaydın (2002) ise biçim yerine form kavramının kullanımına karşı çıkmış ve “formun biçimi ifade etmediği, iki boyutlu düzenlerin elemanlarını ifade ederken biçim kelimesinin uygun olduğunu belirtmiştir. Bu kavram kargaşası tasarım disiplinlerinin öğrencilik, öğretmenlik, profesyonel iş hayatı v.b. gibi her düzeyinde yaşanmaktadır. Bunun nedeni form, biçim, şekil gibi terimlerin tanımlandığı her ifade neredeyse bir diğerini çürütmektedir. Benzer çelişkiler yabancı kaynaklarda da göze çarpmaktadır (Arnheim, 1954). Biçim ve formun aynı anlama geldiğini fakat dilin çeşitliliğini bir avantaj olarak kullandığını belirtmiş ve aynı olan bu kelimelere kendinin anlam yüklediğini ifade etmiştir. Yapılan bu tanım ya da açıklama

kavram karmaşasını farklı bir boyuta taşımaktadır. Özellikle algı psikolojisi üzerine yapılan deneylerin de geliştirilen terminolojik karmaşaya etkisi olduğu görülmüştür (Seylan, 2019).

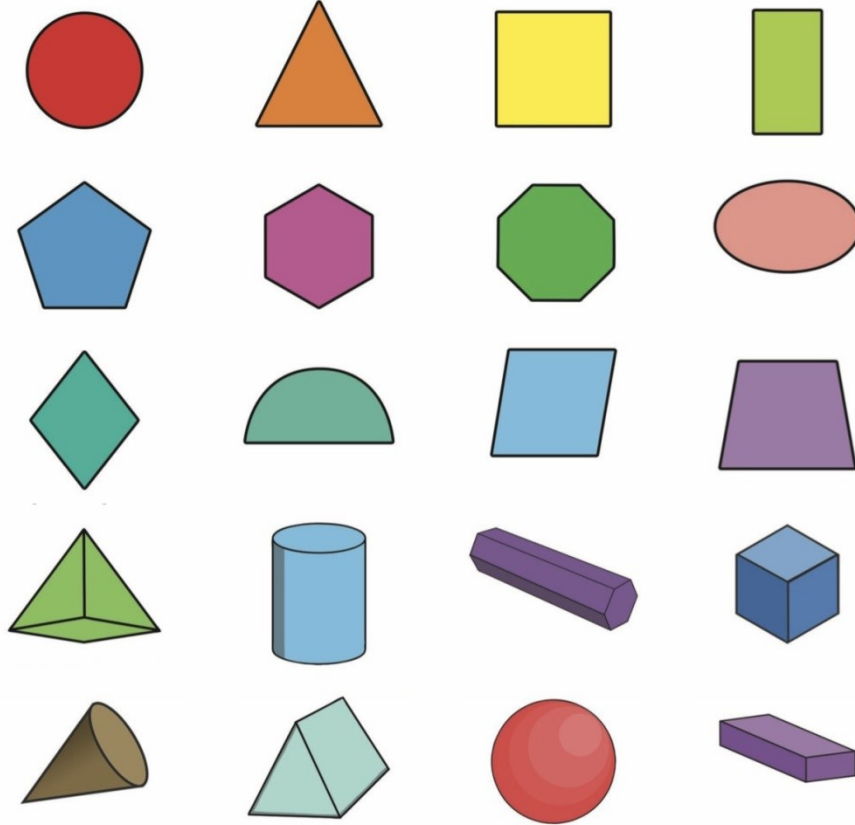
Yapılan çalışmalar form ve biçim terimlerini fiziksel ve psikolojik açıdan değerlendirmeye itmektedir. Bartley (1958) formu görsel bir hedefi işaret etmek ya da belirtmek için, biçimi ise onun (formun) algısını tanımlamak için kullanmaktadır. Allusi (1960) formu tepki boyutunu ifade etmek için, biçimi ise uyarım boyutunu ifade etmek için kullanmıştır. Bingham (1914) formu bir uyarımın fiziksel konturları, biçimi dönüştürüldüğünde görülen bir yol olarak kullanmıştır. Biçim ve form hakkındaki farklı psikolog görüşlerine bakıldığında da yine kavram karmaşası göze çarpmaktadır. Bu karmaşa algılama sürecinde algılanan görüntü ile bu görüntünün beyindeki karşılığını ayrı birer kavramla doldurma çabasından kaynaklanmaktadır. Bu kavram karmaşasının önüne geçebilmek ve aynı ya da ayrı kavramlar olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğine karar vermek amacı ile kelime kökenlerine bakılabilir (Seylan, 2019, s. 146)

Form Latince kökenli bir kavram olarak Avrupa dillerinde kullanılmaktadır. Kelime anlamı olarak görüntü, temsil, figür, metod, düzenleme anlamlarına gelmektedir (TDK). Felsefi anlam karşılığı olarak bir şeyin şekli veya yapısı, bir nesnenin duyularla algılanan yapısı, bir şeyi o şey her ne ise o şey yapan şey olarak tanımlanmaktadır. Platon formu nesnelerden ayrı olarak değerlendirmiş ona karşı olan Aristo ise maddenin insan zihni tarafından ayırt edilemeyen, yapından ve belirlemeden yoksun bileşen olduğu yerde, form insan zihni tarafından bilinebilen, tasvir edilebilen, sınıflanabilen yön yada bileşendir. Bu yönü ile form nesneyi başkalarından ayıran, o şey yapan belirleme ilkesi yada öz niteliktir. (Cevizci, 1996. Akt: Seylan, 2019, s. 147)

Form sözcüğü sanat kavram ve terimleri sözlüğünde Bir nesnenin dokunma veya görme organları ile algılanabilmesini sağlayan kendine özgü gerçekliği olarak tanımlanmıştır (Sözen&Tanyeli, 1992, s.41).

Özellikle sanat ve tasarım alanında çalışılan bir terminoloji olduğu halde form sadece gözle görünür elle tutulur şeylerin ifadesinde kullanıldığı bu şekilde de görselliği ile değerlendirildiği görülmektedir. Fakat düşünce formu, inanç formu, müzik formu, müzik formu, edebiyat formu gibi ifadelerin kullanımı da yaygındır. Buradan hareketle Aristonun yaptığı “nesnenin niteliklerinin tümü” tanımı form için kapsayıcı ve açık bir ifade olarak değerlendirilebilir ve form kelimesinin karşılığı olarak kabul edilebilir. Form sözcüğü ile ilgili araştırmalardan sonra biçim ya da şekil kelimesinin de kökenine göz atmak biçim-form karşılaştırması yapma anlamında faydalı olacaktır.

Orijinal kökeni Arapça olan “şekl” kelimesinden Osmanlıca’ya Şekil olarak geçen kelime; biçim, benzer, taslak, çehre, tür, çeşit anlamlarında kullanılmaktadır. Buradaki biçim anlamı üzerinde durulacaktır. Arapçadan Osmanlıcaya oradan da günümüz Türkçesine geçen şekil kelimesinin karşılığı Türkçe bir kelime olan “biçim” ile ifade edilmektedir (sozluk.gov.tr.).



Şekil 5. Farklı geometrik biçim örnekleri

Farklı kaynaklarda biçim, şekil ve form kelimelerinin ayrı tanımlarını veya anlamlarının değiştirilerek kullanıldığı görülebilir. Kelimeler arasındaki temel ayrım bir çok kaynakta iki boyutlu, üç boyutlu ve bunlara karşılık gelen zihinsel imge veya nesnelerin algılanan görüntüsü, dış sınırları ve iç kuruluş yasaları göz önüne alınarak yapılan tanımlardır (Seylan, 2019, s.149). Kelimeler farklı anlamlarda kullanılsa dahi temelde nesnenin ya da nesnenin beyindeki algısının tanımı, ifadesi, izahı, şeklindedir.

2.1.5. Renk

Tasarım yapbozunun önemli parçalarından biri olan renk genellikle fizik terimleri ile açıklanmaktadır. Öncelikle görsel algımızın en önemli belirleyeni olan ışık ve ışığın

ortaya çıkardığı dalga boylarının olduğu bilinmektedir. Buna göre rengin en genel geçer tanımı şu şekilde yapılmaktadır; “nesnelerin özelliklerine bağlı olarak bazı dalga boylarını emmesi, bazı dalga boylarını yansıtmasıdır”. (Newton, 1730; Cohen, 1979). Rengin bir başka tanımı biçimlerden gelen ışınların görsel algı sonucunda kişide oluşturduğu bir duygu olarak da tanımlanabilir.



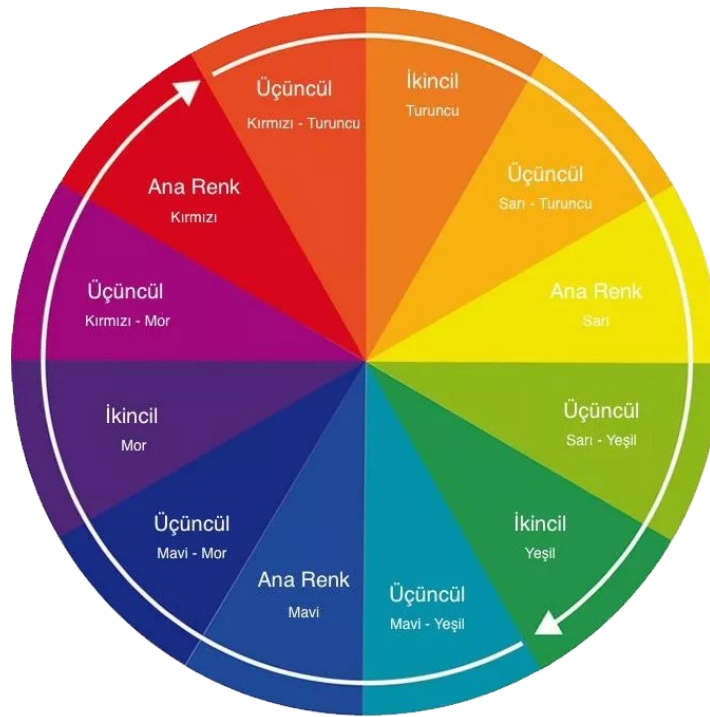
Şekil 6. Isaac Newton'un renk deneyi

Kaynak:https://cdn.shopify.com/s/files/1/0044/3708/2200/files/CT_Blog_1_image_s_Newton_s_experiment.jpg?v=1641917624 Erişim Tarihi: 05.09.2020

Görme duyusu ile algılanan renk, nesnelerden yansıyan ışınların göze gelmesi ile fiziksel, göz organında meydana gelen işlemlerle fizyolojik ve beyinde algılanması ya da anlamlandırılması ile psikolojik bir olgu haline gelmektedir (Edirne, 2004, s.34).

Renkler ışık dalgaları ile oluşurlar fakat algılama ile bir gerçekliğe kavuşurlar. Işık frekansının farklılık göstermesi, farklı renklerin algılanmasını neden olur. Isaac Newton güneş ışığını elmas bir prizmadan geçirerek farklı renkleri birbirinden ayırmayı başarmıştır. Güneş ışığını yedi renge ayıran Newton, bu sayede ilk renk teorisini ortaya koymuştur. Newton ayırılan yedi ışığa güneş ışık tayfı (spektrum solar) adını vermiştir. Spektrum diziliminde ki renkleri, kendiliğinden meydana gelmeyen yani başka renkler karıştırılarak elde edilmeyen ana renkler; Kırmızı, Mavi, Sarı ve ana renklerin ikişerli karışımından oluşmuş ana karşım renkleri (ara renkler); Turuncu, Yeşil, Mor olacak şekilde

adlandırmıştır. Yine bir ara ve bir ana rengin birleşiminden de üçüncül renler ortaya çıkarak bu şekilde renk olgusu çeşitlenmektedir. Isaac Newton 1666’da tüm görünür ışık aralığını, bir daire şekline dönüştürdüğünde renk çarkı olarak adlandırılan ifade ortaya çıkmıştır. Bu çark, renkler arasındaki ilişkileri görsel olarak ifade etmek için kullanılan dairesel bir diyagramdır ve renk şemalarını mantıksal olarak seçmek için kullanılır. Renk çemberinin yarısı sıcak, yarısı ise soğuk renklerden oluşur. Kırmızı ve sarıyla ilişkilendirilen renkler sıcak renklerdir. Bir alanda öne çıkar. Soğuk renkler, mavi ile ilişkilendirilen renklerdir ve nispeten daha geri planda kalır (Cohen, 1969; Per, 2012).



Şekil 7. Renk çarkı (ana, ara ve üçüncül renkler).

Söz konusu ana ve ara renk ışınlarının, güneş ışığının ışık değerleriyle bir araya gelmesi ise; Beyaz ışığı (renksizlik) meydana getirir. Pigment bazlı boyalarla yâ da dijital ortamda üç ana rengin aynı oranda birbiriyle karıştırılmasıyla da Siyah (akromatizm-renksizlik) ortaya çıkacaktır. Burada ayırt edilmesi gereken şey; kimyasal yollarla çeşitli boya maddeleri elde edilen renkler ile ışık renklerinin farklı olmasıdır. (Çınar & Çınar,2018,s.108-110).

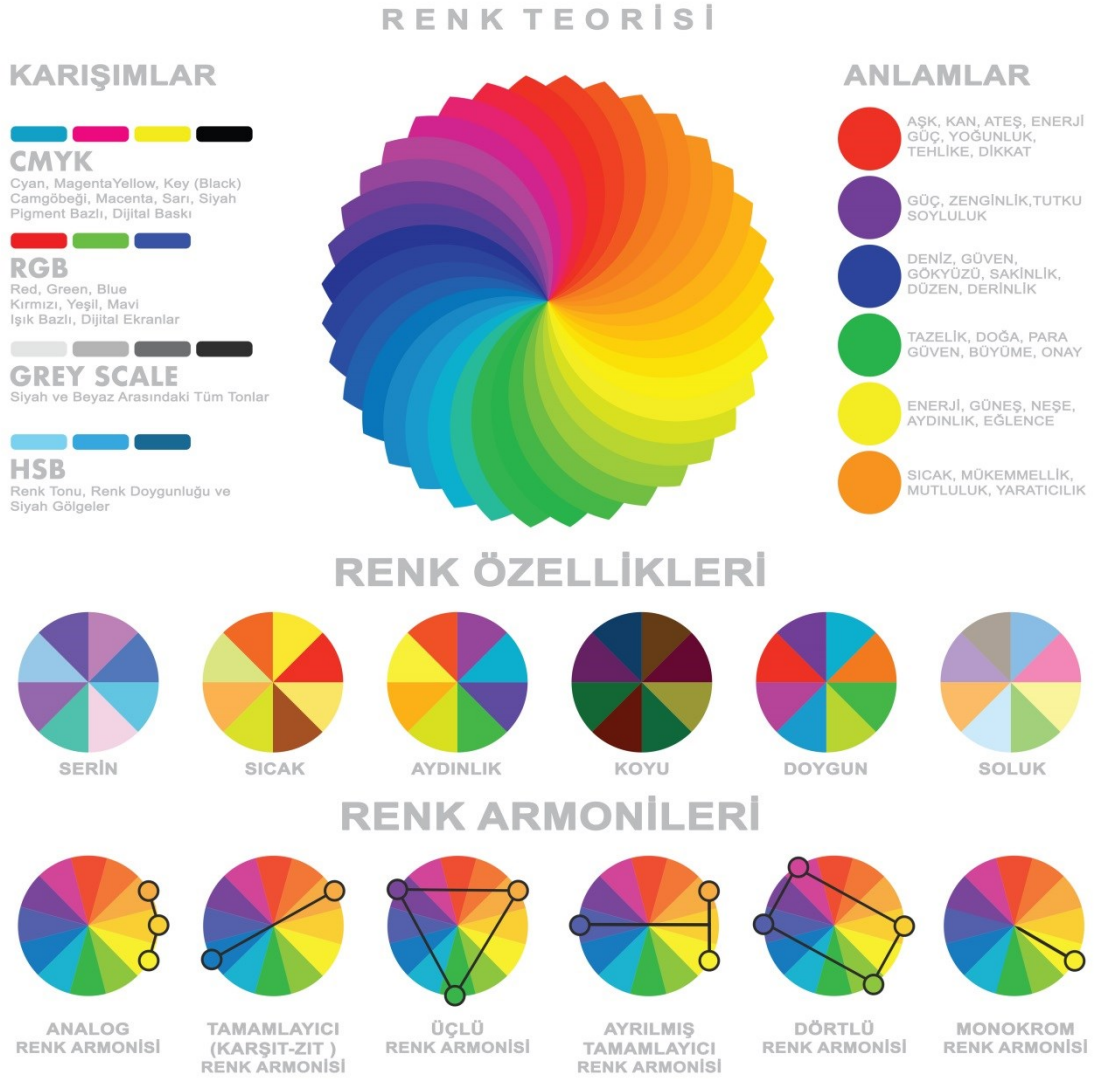
Tasarımlar da her ne kadar fiziksel renkler gözlenerek aktarılsa da, renk denildiği zaman pigment (boya) renkleri kastedilmektedir. Bir tasarımcı, rengin psikolojik ve

duygusal açıdan insanları etkilediği gerçeğiyle tasarımlarında rengi bilinçli kullanmak durumundadır. Tasarımlardaki renk dağılımı, çalışmanın ruhu hakkında bize bilgi verirken, yaratıyı daha güçlü ve etkili kılar. Tasarımda doğru kullanılan renk karmaşık bir anlatımı sadeleştirebilir, dominant noktayı ya da vurguyu kuvvetlendirebilir (Çağlayan, 2018,s.27).

Renk kullanımına ilişkin görsel estetik meselelerinin temelinde renk armonileri ve renk zıtlıkları yer alır. Bu zıtlıkların her biri, özgün karaktere ve artistik değere sahiptir. Görsel olarak sembolik etkileri vardır ve tasarımın temel kaynağını oluştururlar. Renk zıtlıkları; renklerin belli bir yüzey üzerindeki dağılım ilişkilerini ve kompozisyon özelliklerini esas alır. (Çağlayan, 2018,s.27). Renk olgusu, kontrast olarak kullanıldığında yüzey üzerinde ahenkli, tesirli ve estetik armoniler oluşturur

Renkler kendi renk dinamiklerini ve görsel karakterlerini kontrast renkleriyle daha belirgin olarak ortaya koyarlar. Uygun renk armonileri ise, yüzeyleri nesneleri yumuşatır, gözü yormaz huzur sağlarlar. (Çınar & Çınar,2018, s.112). Bunun yanı sıra, renk kavramının insan üzerindeki psikolojik algısı da tasarımda önemli bir rol oynar. İnsanların sosyo-ekonomik yapılarına ve kültürel birikimlerine göre farklılık gösteren bu algı, maddi bir olay gibi kişilere tesir edebilir. İnsan üzerinde etkisi olan renkler temelde iki gruba ayrılmaktadır. Bu ayrımın ilk grubu “sıcak”, ikinci grubu ise “soğuk” renk gruplarıdır. Kırmızı, turuncu ve sarı renkler sıcak renkler grubu içinde yer alırken, yeşil, mavi ve mor renkler soğuk renkler grubu içinde yer almaktadır. Turuncu ve kırmızı güneş ve ateşin rengi olup hareket ve sıcaklık tesirini, mavi ile yeşil hava ile suyun rengi olup serinlik tesirini uyandırır. Bütün bu özellikleriyle renk, tasarımcının en önemli anlatım araçlarından birisidir (Çağlayan, 2018, s.25-27).

Isaac Newton ‘un 1666’da yaptığı deneyler sonrasında 19. Yüzyılda, renk üzerine odaklanan bilim insanları arasında Goethe, Young, Brewster, Chevreul, Helmholtz, Rood ve Hering, geliştirdikleri teorilerle dikkat çekmişleridir (Avcı, 2014, s.54). Goethe, Bezold, Chevreul ve Hölzel, çeşitli renk zıtlıklarının ve birlikteliklerinin önemini vurgulamışlardır (Itten, 1970, s.32). Rengin bir olgu olarak karmaşık olduğunu ve günümüzde dahi tam anlamı ile ifade edilemediği ya da farklı ifadeleri bulunduğu bilinmektedir. Renk kavramı üzerine çalışan bilim insanları ve sanatçıların deneylerine dayanan ifadelerinin ortak noktalarından meydana getirilen renk teorileri sanat ve tasarım alanında bir çözüm aracı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 8. Renk teorisi ve renk armonileri (Çeviri: Yazar)

Kaynak: <https://pixelandink.com.au/the-colour-theory/> Erişim Tarihi: 10.06. 2022

Renk olgusu, tasarımda ortaya konan renk kuramları ve oluşturulan renk armonileri aracılığıyla gelişimini sürdürmüş ve çağdaş renk kuramlarının temelini oluşturmuştur. Tasarım süreci içerisinde renk kullanımının öneminin kavranması gerçekleştirilecek tasarımların niteliğinin artmasında kilit noktada yer almaktadır.

Renk kavramı üzerine yapılan çalışmalar günümüzde de devam etmekte ve çok geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Bu nedenle bu tez çalışması kapsamında tasarım kavramının önemli bir ögesi olması açısından yer verilmiş ve özet bilgi niteliğinde işlenmiştir.

2.2. Tasarım İlkeleri

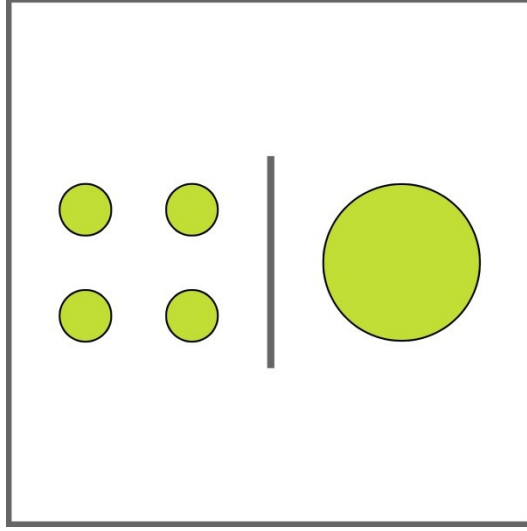
Tasarım sürecinin büyük bir kısmını kapsayan tasarım ilkeleri ya da prensipleri görsel materyallerin organizasyonu için gerekli olgulardır. İki ve üç boyutlu görüntü veya kompozisyonlar yaratmak için önceden deneyimlenmiş ve genel geçer kurallar olarak nitelendirebileceğimiz bilgiler içermeleri bakımından tasarım ilkeleri üzerinde durulması gereken bir konudur. Bütün tasarım disiplinlerinde birbirine çok yakın olan tasarım ilkeleri farklı kaynaklarda yer alan farklı ifadeler nedeni ile kavramsal kargaşaya yol açabilir. Bazı kaynaklarda 8 ilke olduğu belirtilirken bazı kaynaklarda 10 – 12 ilke olduğu vurgulanmakta ve bazı tasarım elemanlarının da ilkeler başlığı altında incelendiği görülmektedir. Bu nedenle farklı kaynaklardan toplanan veriler doğrultusunda tasarım ilkeleri doğru şekilde derlenmeye çalışılacaktır. İncelenen yurtiçi ve yurtdışı kaynaklardan edinilen bilgiler ve güncel literatür taraması doğrultusunda; denge, hiyerarşi (egemenlik), ritim, oran-orantı, vurgu, bütünlük, harmoni, zıtlık, datum, ve boşluk ilkeleri şeklindedir. Ayrıca güncel yurtdışı kaynaklı akademik çalışmalarda ortaya atılmış rastgelelik (randomness) ilkesi de dikkat çekici tutarlılıktadır.

2.2.1. Tasarımda Denge İlkesi

Kısaca tasarımı oluşturan parçaların tanımlı, estetik ve işlevsel bir şekilde yerleştirilmesi ya da kurgulanmasıdır. Denge duygusu insanın yaradılışında var olan bir olgu olarak nitelendirilebilir. İnsan doğumundan itibaren kendisini çevreleyen dünya ile arasında bir denge kurmaya çalışmaktadır. Bu denge fiziksel, ruhsal ve algısal olabilir. Doğal ya da yapılı çevredeki herhangi bir denge yoksunluğu insanı doğası gereği rahatsız eder. Bu durum tasarımda daha da belirginleşir. Denge unsuru bulunmayan bir tasarım ergonomik ve estetik açıdan rahatsız edici olacaktır.

Denge ilkesi, tasarım ile ilişkili disiplinlerde uzun zamandır bilinçli olarak kullanılan bir ilke olarak karşımıza çıkmaktadır. Canlılar için yapılan tasarımlarda denge olmazsa olmaz bir kuraldır. Denge yoksunu tasarımlar rahatsız edici ve tehlikeli olabilir. Fakat görsel sanat-tasarımın alanına giren çalışmalarda kasıtlı olarak denge bozulabilir. Burada kavramsal dışavurumlar yapılmak istenmiş ya da bir konuya eleştirel yaklaşım yapılabilmektedir. Denge kendi içerisinde simetrik ve asimetrik denge olarak yeniden sınıflandırılabilir. En bilinen ve en çok uygulanan türü olarak simetrik denge gösterilebilir. Simetrik dengede kompozisyonu oluşturan elemanların yatay ya da düşey düzlemde eşit olarak dağılması söz konusudur. Simetrik denge estetik bir algı yaratır fakat simetrinin

çoğalmasa da monotonluğa da yol açabilir.



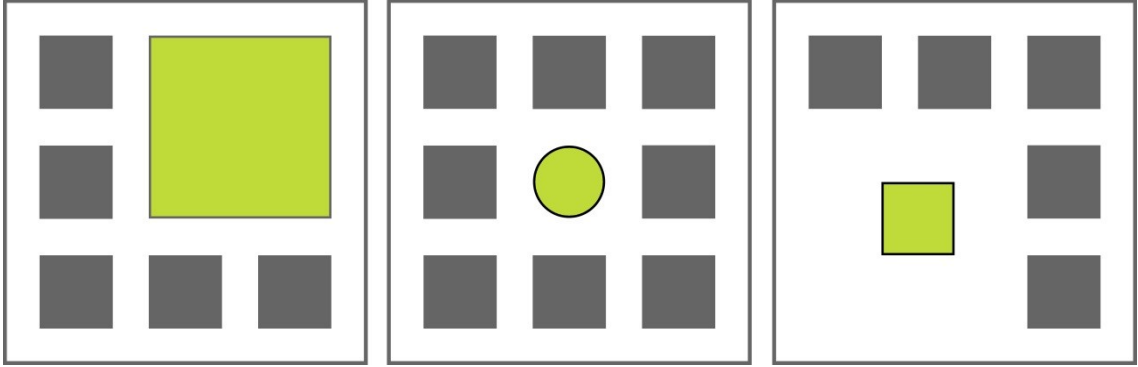
Şekil 9. Denge (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Asimetrik denge ilk bakışta denge ilkesinden uzak gibi görünse de kompozisyon genelinde birbirini dengeleyecek unsurların varlığı görünen asimetri algısını dengeye çevirmektedir. Asimetrik denge eşit çekiciliğin varlığına dayanmaktadır, asimetrik dengede farklı unsurlar eşit değerde etki yaratmalıdır (Edirne, 2004, s.60). Asimetrik denge, koyu-açık gibi değerler ile ya da rengin bilinçli kullanımı ile oluşturulabilir. Burada ortaya çıkan asimetrinin yaratacağı zıtlık değer ve renk unsurları ile dengeye dönüşmektedir.

2.2.2. Tasarımda Hiyerarşi İlkesi

Hiyerarşi bir kompozisyon içerisinde bulunan tasarım öğelerinden birinin egemen ya da baskın olması durumudur. Bu egemen olma durumu ilgili öğenin tek olması ile sağlanabilir. Aynı şekilde bu egemenlik kademeli bir şekilde de gerçekleşebilir. Tasarım alanında kademeli bir egemenlik söz konusu ise koram olarak adlandırılır. Koram ifadesinin farklı bir tanımı belirli iki uç arasında sistemli ve düzenli basamak şeklindedir. Kelime anlamı olarak da düzenli basamak, düzenli dereceleme, sistemli kademe ve mertebeler sistemi olarak kullanılmaktadır. Bu tanımlardan yola çıkarak hiyerarşi için kısa iki tanım türetmek gerekirse; birinci tanım farklı iki uç ve bu iki ucun birbirine nispeten zıt olması, ikinci tanım da zıtlıkların bir düzenle birbirine bağlanması şeklinde tanımlanabilir. Hiyerarşi tanımlarının farklılaşması her iki ifadeden yola çıkılarak yapılan çalışmalar da birbirlerine oranla farklı olması sonucunu da ortaya çıkaracaktır. Bu durumun sebebi

hiyerarşinin temelde bir derecelendirme sistematığı olmasıdır. İki öge kendi arasında bir hiyerarşi yaratıyorsa yukarıda ifade edilen birinci tanım özelinde değerlendirilir. Fakat tasarımı oluşturan öğeler ikiden fazla ise ikinci tanım özelinde ele alınabilir.



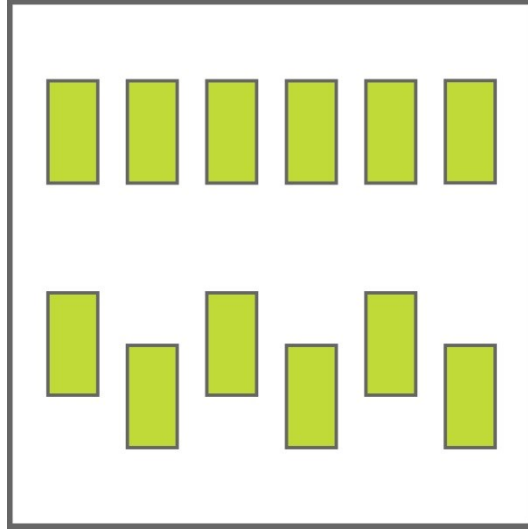
Şekil 10. Boyut, Şekil ve Yerleşim Olarak Hiyerarşi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Hiyerarşi birçok tasarım ögesi ile sağlanabilen bir tasarım ilkesidir. Benzersiz bir boyut farkı ile oluşturulabilirken aynı zamanda renk, doku, ton-değer, ışık-gölge gibi öğeler ile de sağlanabilir. Ayrıca hiyerarşiyi oluşturan öğelerin kompozisyona yerleşimi ile de çeşitlenmektedir. Bunlar merkezi, eksensel ve çevresel koram (hiyerarşi) olarak sınıflandırılabilir.

2.2.3. Tasarımda Ritim İlkesi

Genellikle müzik ile ilgili bir terim olarak kullanılan ritim müziği oluşturan temel ilkelerden biri olarak tanımlanır ve müziği oluşturan değerlerin belirli bir düzen içerisinde birbirini izlemesi olarak ifade edilmektedir (Sözer, 1986, s.65). Sanat ve tasarım alanından da kompozisyonda yer alan öğelerin kendi aralarında oluşturdukları ardışık zaman ve mekân aralıklarının belirlediği düzen şeklinde tanımlanmaktadır (Sözen, 1992, s.203).

Ritim, insanın kendi çevresindeki oluşlar arasında zamana bağlı bir ilişkiler bağlamıdır. Mevsimlerin belli bir düzende devam ederek süreklilik göstermesi, günlerin ve vakitlerin birbirini devam ederken belirli aralıklarla uzayıp kısılması, kalbin aynı ritmik hareketi yaparak kan pompalaması, gezegenlerin birbiri ve kendi etrafında belirli bir düzende dönmesi gibi doğal olaylar ritim ilkesini iyi bir şekilde açıklar niteliktedir (Seylan, 2019, s.179). Bu olaylar ile ilgili bilinçli ya da bilinçsiz olarak izlenimlerimiz insan doğasında bir ritim duygusu ya da algısı geliştirmektedir. Ritmi bozan öğeler göze batmakta ve rahatsız etmektedir.

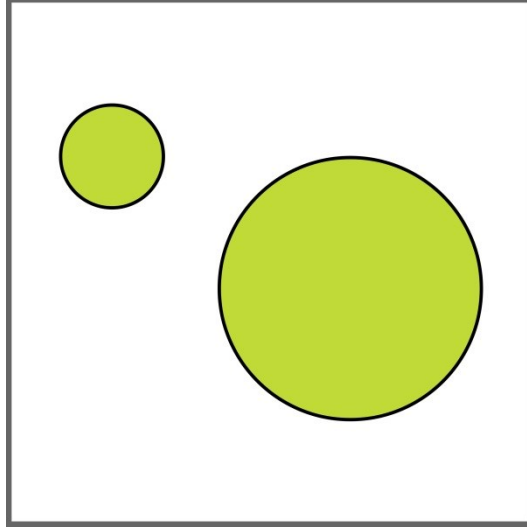


Şekil 11. Ritim (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Harekete bağlı olarak gerçekleşen tekrar, ritim ilkesinin açıklayıcısı olarak kabul edilebilir. Aynı aralık ve tekrardan oluşan ritim basit ritim olarak tanımlanır (Bevlin, 1970, s.51). fakat tüm doğal ritimlerde olduğu gibi düzenin algılanmasında başlangıç ve bitiş etkisi yapacak dominant bir nokta gereklidir. Aynı düzende tekrar eden ritim beraberinde monotonluğu getirecektir. Ritim yükselmeli alçalması tekdüze seyrederken bir anda azalmalı veya artmalıdır. Bu şekilde ritim armonik bir hal alabilir. Tasarım alanında belirli aralıklar ile öne çıkan öğeler görsel anlamda tasarıma zenginlik katmaktadır.

2.2.4. Tasarımda Oran – Orantı İlkesi

Tasarımdaki çeşitli elemanların, göreceli boyut ve ölçeklerine göre kendi aralarında ve parçalarla bütün arasında bulunan nispetleri ifade eden tasarım ilkesi olarak tanımlanabilir. Tasarımda orantısal ilişkiler yani tasarımda yer alan görsel elemanların eni ile boyu ya da genişlik ve yüksekliği gibi birbirleri ile kurduğu ilişkiler tasarımın izleyici tarafından algılanış biçimini doğrudan etkileyen unsurlardır. Oran ve orantı kavramları ölçek kavramı ile de doğrudan ilişkilidir. Farklı boyutların ifade edilmesinde ve izleyici tarafından büyüklük algılanması açısından ölçek kavramı önemli bir yer tutmaktadır. Tasarım üzerinde uygulanan ölçek değişiklikleri orantısal farklılıklar ortaya çıkarmakta ve tasarımı tekdüzelikten kurtarmaktadır. Oran ve ölçek sanat ve tasarım tarihi içerisinde tematik kavramları ön plana çıkarmak için sıklıkla kullanılmıştır. Özellikle dini ve siyasi öğelerin ön plana çıkarılmasında oran ve ölçek vurgu oluşturmak amacı ile kullanılmıştır.



Şekil 12. Oran-Orantı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Oran orantı konusunda bir diğer ayrılmaz unsur da altın oran kavramıdır. Matematiksel ifadeler ile açıklanan ve bütünü oluşturan parçaların birbirlerine olan nispetlerinin hesaplandığı bir sistemdir.

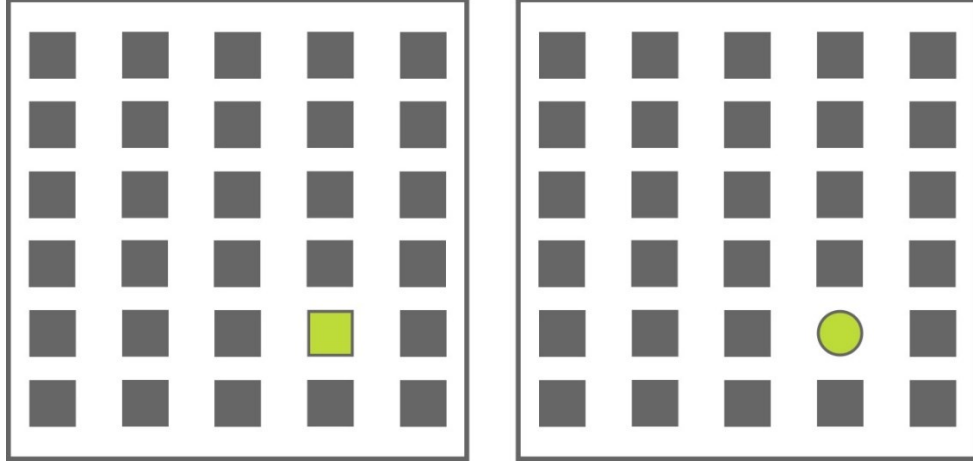
2.2.5. Tasarımda Vurgu İlkesi

Tasarımcı ürünlerinin hedef kitlesi başta olmak üzere toplumun her kesimi tarafından görülmesini ve beğenilmesini öngörür. Geçmişte iletişim kaynaklarının ve kanallarının yetersizliği tasarımcı tarafından ortaya çıkarılan ürünlerin geniş kitleler tarafından görülebilmesini zorlaştırmaktaydı. Günümüzde dijital dünyanın sağladığı kolaylıklardan biri de tasarım türevi eserlerin mesafe ve zaman sınırı olmaksızın görülebilmesini sağlamaktadır. Özellikle sosyal medya ağları sayesinde geniş kitlelere ulaşmak kolay bir hal almıştır. Fakat ortaya çıkarılan her tasarım ilgi çekici olmamaktadır. Bu değerlendirmeden sonra vurgu ilkesinin önemi daha da artmaktadır.

Tasarımı oluşturan öğeler arasında ilgiyi ilk çekmesi istenilen eleman vurgulanmış elemandır (Edirne, 2004, s.74). Tasarım kompozisyonu içerisinde birçok eleman yer alabilir fakat göze ilk çarpan nokta tasarımın odak noktası ve aynı zamanda da vurgusudur. Tasarımın bütün ana fikri, felsefi alt yapısı, hitap ettiği kitle gibi özellikler tek bir vurgu noktasında toplanabilir.

Yukarıda bahsedilen günümüz sosyal medya ağları ile tasarımların sergilenmesi durumunda da vurgu önemli bir yer tutmaktadır. Yüzbinlerce tasarım içerisinde göze çarpan ve ilgi toplayan tasarımlar bariz bir vurgu noktasına sahip tasarımlardır. Ayrıca

tasarımın tamamı da vurgu ilkesine göre düzenlenmiş olabilir. Kendisi bulunduğu ortamda bir vurgu ögesi olarak kullanılabilir. Vurgunun etkisi tasarımda ortaya çıkardığı zıtlık, hiyerarşi, denge gibi unsurlar ile pekişir. Tasarım ilkeleri genellikle birbirleri ile bağlantılıdır.



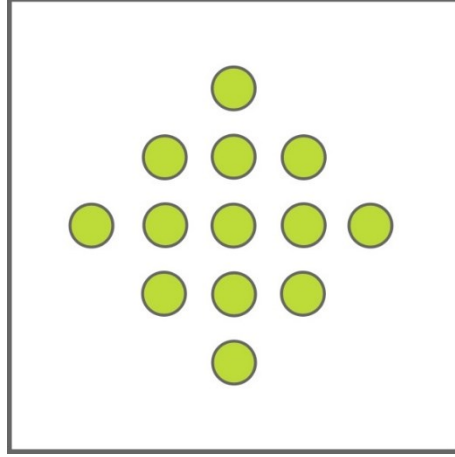
Şekil 13. Vurgu (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Vurgu ilkesinde özellikle zıtlık ve hiyerarşi sıklıkla göze çarpmaktadır. Vurgu aynı zamanda oran ve orantı kavramları ile de girift bir yapıya sahiptir. Çünkü tasarımdaki oran farklılıkları vurgulanmak istenilen noktalarda belirginleştirilerek kullanılabilir. Ayrıca bütün tasarım ilkeleri arasında tasarımı en iyi ifade edebileceğimiz ilkelerden biridir. Bu tasarımın kendinde olduğu gibi sunumunda, uygulamasında ve pazarlamasında dahi tasarımcının kullanacağı bir ilkedir.

2.2.6. Tasarımda Bütünlük İlkesi

Tasarım içinde yer alan elemanların tek olarak değil görsel bir bütünlük içerisinde bir kompozisyon oluşturması tasarımda bütünlük yada tamlık olarak tanımlanabilir. Tasarım içerisindeki elemanlar tek başlarına önemli olmayıp kompozisyonun tamamında bütünlük sağlanmalıdır (Uzun, 1998, s.171). Öyle ki tasarımı oluşturan öğelerden birini çıkardığınızda bütünün bozulması durumunda bütünlük ilkesinde söz edilebilir. Eğer çıkarılan öğe tasarım bütünlüğünü bozmuyor ise genel olarak söz konusu tasarımda bütünlükten söz edilemez. Fakat tasarımın doğası gereği fazla sayıda ekleme ve çıkarma yapılabilir. Bu durumda bütünlük ilkesini fiziksel sınırların dışında değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Tam bir tasarım büyük bir çabayı zorunlu kılmaktadır. Tasarımda fiziksel çerçevenin ve sınırların ortaya çıkması tasarımı boyutlandırmaktadır. Görsel sınırların belirlediği tasarımın bütünlüğü tasarım bünyesindeki elemanların bir sistem içerisinde algılanıp algılanmadığına bağlı olmaktadır (Uzun, 1998, s.171).



Şekil 14. Bütünlük (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarıma bakıldığında bütünü oluşturan elemanların parça parça görünmesi organizasyon çalışması yapılmasını zorunlu kılar. Bu tür bir tasarımda sistemi oluşturan elemanlar görsel sınır içerisinde hareket ve yer değiştirme ile düzenlenebilir. Bu hareketlilik ve konum değişikliğindeki miktar tamamlanmış olgusunu, dolayısı ile de bütünlük algısını ortaya çıkarır. Tasarımda bütünlük görsel tasarım alanındaki organizasyonun yeterliliği ile paralellik göstermektedir (Uzun, 1998, s.171).

2.2.7. Tasarımda Harmoni İlkesi

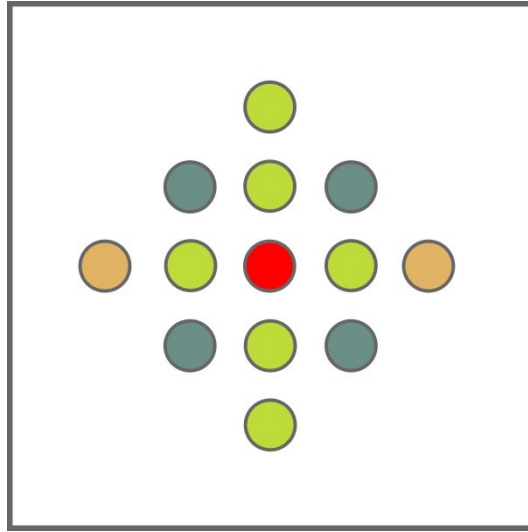
Kelime anlamı uyum, düzen, ahenk şeklindedir (sozluk.gov.tr). Müzik terimi olarak da kullanılmakta ve sesler arasındaki uyum, farklı seslerin uyumu, farklı enstrümanların çıkardıkları seslerin toplamı şeklinde ifade edilmektedir. Müzik alanındaki karşılığı armonidir (sozluk.gov.tr). Görsel tasarım alanındaki kaynaklarda harmoni ilkesi armoni ilkesi olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu ifadenin kullanımının yanlış olduğu anlamına gelmemekle birlikte harmoni ifadesinin tasarım alanına daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Seylan (2019)'a göre harmoni tasarımda kullanılan her tür biçim ve biçim niteliği veya görsel etki oluşturunusunun tümünün bir araya gelerek oluşturduğu ve tümünü aşan toplam bir etkidir. Yabancı literatürde harmoni kavramı unify yada unity kavramlarının

kullanıldığı görülmüştür. Harmoni yerine birlik karşılığının kullanılması tasarımın yarattığı bütüncül etkiyi ifade etme amacı taşımaktadır. Fakat harmoni ve birlik-bütünlük kavramlarının farklı ilkeler olarak ele alındığı kaynaklar daha fazladır. Harmoni kelimesinin tasarımın bütüncül bir yanını, bütününde bulunan bir ahengi ifade etmek için daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Felsefe alanında bir tümün parçaları arasındaki uygunluk şeklinde ifade edilmiştir. Bu ifade Bevin'in mistik tabanlı bir yaklaşımı olan doğadaki çeşitlilik, tekrar v.b. dönüşümleri ve aralarındaki ilişkileri belirleyen uyumu, yaşamın temeli ve amacının ana karakteristiği ifadesi ile örtüşmektedir (Akt: Seylan, 2019, s.185).

Tüm tasarım disiplinlerinde estetik ve işlevsellik parçaların bütün ile olan uyumuna bağlıdır. (Zelanski, 1984, s.16). Bu açıdan değerlendirildiğinde harmoni sadece bir yüzey tasarımı olmaktan çıkmakta, ifade ve işlev konularını da içermektedir. Bu ifadeden hareket ederek harmoninin biçimin uygunluğunu da ifade eden bir ilke olarak değerlendirilebileceğinden söz edilebilir.



Şekil 15. Harmoni (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Harmoni genellikle renk açısından değerlendirilmektedir fakat sadece renk özelinde değil denge, ritim, hiyerarşi gibi ilkeler açısından değerlendirilmesi daha uygundur. Harmoniyi meydana getirecek olan tasarım ilkelerinin ve elemanlarının tümüdür. Her bir eleman her bir ilke her bir kural harmoniyi oluşturmak için kullanılabilir. Zıtlıklar arasındaki denge, tekrar eden biçimler, odak noktası yaratan vurgular vb.

2.2.8. Tasarımda Zıtlık İlkesi

Tasarımı meydana getiren bir kompozisyonun elemanlarını tek tek uygun bir biçimde yerleştirmek etkili bir tasarım yöntemi olarak görülmemektedir. Bu her öğenin düzenli ve düşünülmüş olmasının yanlış olduğu anlamında gelmez. Fakat tasarım genelinde monotonluğa yol açabilir. Oysa tasarımın monoton ve sıkıcı olmaması gerekmektedir. Her öğenin uygun oranlar ile kullanılması etkili bir bütün oluşturabilir fakat elemanların birbirleri ile olan ilişkisinin de dikkat çekici olması aranan bir durumdur. Bu dikkat çekici unsur zıtlıklar ile sağlanmaktadır.

Günlük hayatımızda bulunan zıtlıkların yeri önemlidir. Zıtlık monotonluğun bulunmaması anlamına gelmektedir (Edirne, 2004, s.76). Hayatımızdaki ışık-gölge, gece-gündüz, sıcak-soğuk, büyük-küçük gibi olgular yaşamın ayrılmaz parçalarıdır ve doğal olarak hayatımızda bulunurlar. Kısacası zıtlık tasarım alanında olduğu gibi insan hayatında ve algısında da önemli bir yere sahiptir.

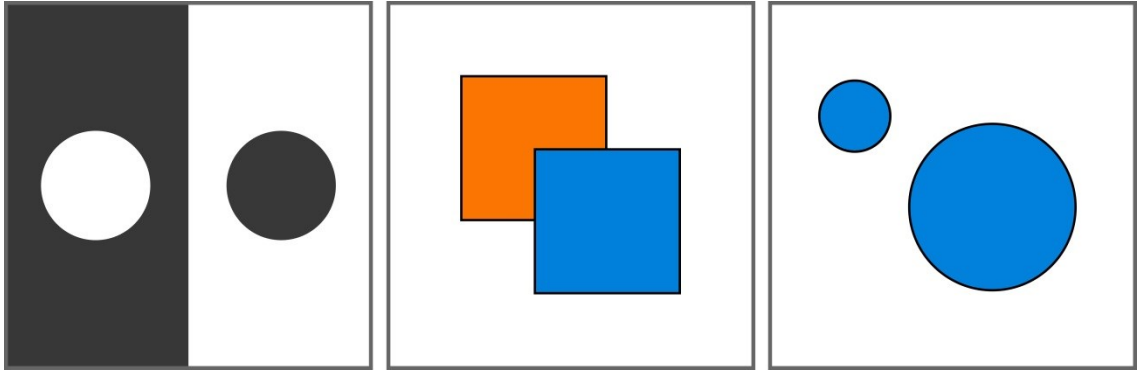
Tasarımı oluşturan elemanlar arasındaki görsel etki yaratmak için zıtlık farklı şekillerde kullanılabilmektedir. Biçimlerin zıtlığı tasarımı oluşturan elemanların şekillerindeki farklılıkları ifade etmektedir. Organik biçimler ile salt geometriler birbirlerine zıtlık oluştururlar. Aynı şekilde aynı geometrik ifadelerin farklı konumlandırması da biçimler arasında zıtlık yaratacaktır. Dikey ve yatay yerleştirilen dikdörtgenler kendi aralarında bir zıtlık oluştururlar. Tamamen organik biçimlerden meydana gelen bir tasarımda net geometriye sahip bir biçim dikkat çekecektir. Zıtlık ile bir nevi vurgu ve odak noktası yakalanmış olacaktır. Biçimde zıtlık bu şekilde tanımlanabilir.

Tasarımı oluşturan elemanların ölçülerinde belirgin farklar bulunuyor ise bu da ölçüde zıtlık olarak tanımlanabilir. Ölçü zıtlığında yatay biçimlerde büyük-küçük, dikey biçimlerde uzun-kısa ifadelerinin farklarından söz edilebilir. Birçok bileşen aynı veya yakın ölçü değerine sahipken daha küçük veya daha büyük bir eleman tasarım içerisinde önem kazanabilir. Ölçü ile oluşturulan zıtlık da bu şekilde yorumlanabilir.

Renk değerlerinin değiştirilmesi ile de zıtlık ilkesi sağlanabilir. Zıt renk armonileri bu duruma en iyi örnek niteliğindedir. Renk çemberinde birbirine karşılık gelen zıt renkler her düzeyde renk zıtlığını vermekte ve vurgulanmak istenilen noktayı ortaya çıkarmaktadır. Zıt renklerin dışında renklerin doygunluğu da renk zıtlığı yaratmada kullanılmaktadır.

Tasarımı oluşturan elemanların yönleri de zıtlık yaratmada sıklıkla kullanılmaktadır. Kompozisyon içerisinde bulunan elemanların açıları birbirlerine göre 90 derece olduğunda üst seviyede bir zıtlık oluşur. Aynı elemanların 180 derece içinde

herhangi bir açıda duruşu da zıt bir yapı meydana getirmektedir (Edirne, 2004, s.78).



Şekil 16. Zıtlık (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

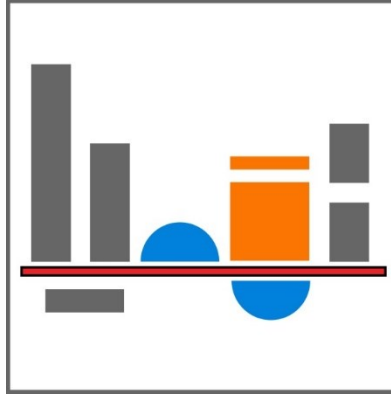
Kompozisyon içerisindeki elemanların yerleşimi de zıtlık yaratmakta kullanılmaktadır. Yerleşim olarak alt-üst, sağ-sol, merkezi yerleşim, merkez dışı yerleşim gibi farklılıklar zıtlık oluşturabilir. Aynı unsurlardan oluşan bir kümeden ayrı bir noktada duran aynı eleman dikkat çekicidir ve yerleşimde zıtlık olgusuna iyi bir örnek niteliğindedir. Bu örnekte zıtlık elemanların biçiminde, renginde, boyutunda değil yerleşim özelliklerindedir.

Zıtlık ilkesi hassas değerler gerektirmektedir. Gereğinden fazla birbirine zıt eleman ile bir kompozisyon oluşturmak rahatsız edici bir hal alabilir. Kompozisyondaki ilgi noktalarının bölünmesine yol açabilir. Zıtlık vurgulanmak istenen noktaların öne çıkarılması amacı ile kullanılmalı ve birbirine zıt öğelerden oluşan bir kompozisyonun zıtlık dengesi iyi bir şekilde ayarlanmalıdır.

2.2.9. Tasarımda Datum İlkesi

Özellikle yabancı kaynaklarda tasarım ilkeleri arasında yer verilen datum görsel sanat ve tasarım alanında basitçe yatay veya dikey referans çizgisi olarak tanımlanabilir. Bu tanım Allan T. Adams (2016) tarafından Drawing for Understanding (s.86) adlı kitapta da aynı şekilde kullanılmıştır. Bu tanım datum hakkında yapılan diğer anonim kaynaklara oranla geçerliliği en yüksek olan tanım olarak değerlendirilebilir. Mimari tasarım ve mühendislik alanlarında kompozisyondaki elemanları görsel olarak toparlayan hayali yada fiziki çizgiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Datum çizgisi bir duvar veya yol olabileceği gibi kompozisyon elemanlarının aralarındaki nispetten doğan bir çizgi algısı da olabilir. Tasarımı oluşturan kompozisyonun başladığı ve yayılım gösterdiği hat yada akslar da datum çizgisi (datum line) olarak ele alınmaktadır. Temel tasarım çalışmalarında elektrik

teli ve kuş örneğinin datum ilkesini açıklamak amacı ile kullanıldığı görülmüştür. Bu örnekte tel üzerine konan kuşlar bir kompozisyon ise elektrik teli bu kompozisyonun datumudur şeklinde bir tanım yapılmaktadır.

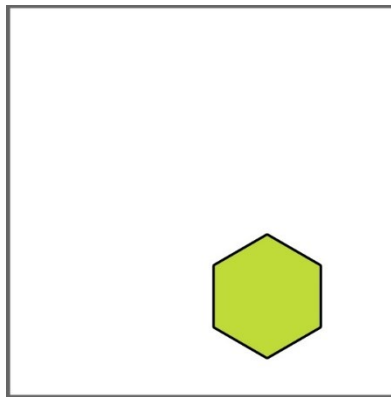


Şekil 17. Datum (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Ülkemizde yayımlanan temel tasarım ile ilgili kaynaklarda datum ilkesinin geniş manada bir tanımına ya da açıklamasına rastlanmamıştır. Bu nedenle tanım yabancı literatür taraması sonucunda elde edilmiştir. Bir ilke olarak ele alınması konusunda akademik düzeyde tartışmalar mevcuttur.

2.2.10. Tasarımda Boşluk İlkesi

Tasarımı oluşturan elemanlar arasında ya da tasarımın oluşturulduğu düzlem üzerinde bilinçli olarak boş bırakılan alanlar tasarımdaki boşluk ilkesini tanımlamaktadır. Tasarımda boş alanlar bırakmak tasarıma daha iyi odaklanılmasını sağlamaktadır. Biçimin mükemmelliği çevresindeki boşluğu da mükemmel hale getirmektedir.



Şekil 18. Boşluk (Pınar, 2022)

Boşluk kullanıldığı yere ya da kullanılış şekline göre hem bir tasarım elemanı hem de bir tasarım ilkesi olarak değerlendirilebilir. Tasarımın düzleminin boş kalan kısımları olarak değerlendirmek yanlış olacaktır. Bilinçli olarak kompozisyonun yerleştirildiği bir yer vardır ve bu kompozisyonun vurgulanmasını tasarım yapılan düzlem yada geri kalan uzayın boşluğu belirleyecektir. Bu açıdan bakıldığında boşluk söz konusu tasarım kadar önemlidir. Bir kavram olarak değerlendirildiğinde içerisinde bir şekilde boşluk olmayan objeler işlevsel olamazlar.

2.3. Tasarım Türleri

Kullanıldığı ya da hitap ettiği alana yönelik olarak tasarım farklı alt başlıklarla ele alınmaktadır. Tasarım genel bir kavram olarak düşünülebilir fakat ihtiyaç duyulan alana göre yeni tasarım alanları da ortaya çıkmaktadır. Günümüzün hızla gelişen teknolojik imkanlarına paralel olarak yeni tasarım alanlarının ortaya çıktığını söylemek yanlış olmayacaktır. Bu nedenle net bir sınıflandırma yapmak mümkün olmamakla birlikte her geçen gün yeni bir tasarım türü ya da yaklaşımı ortaya çıkmakta ve ya mevcut tasarım türlerine alt başlık olarak eklenmektedir. Aşağıdaki tabloda tasarım türleri ile ilgili bir genelleme yapılmaya çalışılmıştır.

Tablo 1

Tasarım türleri ve alanları

	Tür	Tasarım Alanı
1	Grafik Tasarım	İletişim tasarımının bir aracı olan grafik tasarım, tipografi, görüntü, renk ve form kullanarak problemleri çözer ve fikirleri iletir
2	Endüstriyel Tasarım	Endüstriyel tasarım, ürünlerin işlevsel, ergonomik, estetik ve kullanıcı dostu olmasını sağlayan tasarım türüdür.
3	Moda Tasarımı	Moda tasarımı, giyim, aksesuar ve ayakkabı gibi giyilebilir ürünlerin tasarlanması ve üretilmesi ile ilgilenen tasarım türüdür.
4	İç Mekan Tasarımı	İç mekan tasarımı, yaşam veya çalışma alanlarının işlevsel, güvenli ve konforlu olmasını sağlamak için mekanın planlanması, düzenlenmesi ve dekore edilmesi ile ilgilenen tasarım türüdür.
5	Mimari Tasarım	Mimari tasarım, binaların ve yapıların estetik, işlevsel ve yapısal olarak tasarlanması ve inşa edilmesi ile ilgilenen tasarım türüdür.
6	Web Tasarımı	Web tasarımı, web sitelerinin görünümünü, içeriğini ve

		kullanılabilirliğini belirleyen tasarım türüdür.
7	Kullanıcı Arayüzü Tasarımı	Kullanıcı ara yüzü tasarımı, kullanıcıların bir ürün veya hizmet ile etkileşim kurmasını sağlayan ara yüzlerin tasarlanması ile ilgilenen tasarım türüdür.
8	Kullanıcı Deneyimi Tasarımı	Kullanıcı deneyimi tasarımı, kullanıcıların bir ürün veya hizmet ile etkileşim kurarken hissettikleri duygu ve tutumları iyileştirmek için kullanıcı araştırması, prototipleme ve test etme gibi yöntemleri kullanan tasarım türüdür.
9	Çevre Tasarımı	Çevre tasarımı veya peyzaj tasarımı, çevrenin fiziksel, ekolojik, sosyal ve kültürel özelliklerini dikkate alarak insanların yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan bir tasarım türüdür. Çevre tasarımı, peyzaj mimarlığının faaliyet ve uzmanlık alanı içindedir.

Tasarım türleri Tablo 1 ile sınırlı değildir. Tasarımın çok geniş bir alan olduğunu ve farklı disiplinlerle ilişkili olduğunu unutmamak gerekir. Bu yüzden tasarım türlerini kesin bir şekilde sınıflandırmak zordur. Ancak, tasarım türlerini daha fazla çoğaltmak istersek, şu şekilde değerlendirilebilir;

- Grafik Tasarımın Alt Türleri: Görsel Kimlik Tasarımı, Pazarlama ve Reklam Tasarımı, Kullanıcı Arayüzü Tasarımı, Yayın Tasarımı, Ambalaj Tasarımı, Hareketli Grafik Tasarımı, Çevresel Grafik Tasarımı, Sanat ve İllüstrasyon Tasarımı
- Endüstriyel Tasarımın Alt Türleri: Ürün Tasarımı, Mobilya Tasarımı, Takı Tasarımı, Otomotiv Tasarımı, Oyuncak Tasarımı.
- Moda Tasarımının Alt Türleri: Giyim Tasarımı, Aksesuar Tasarımı, Ayakkabı Tasarımı, Kostüm Tasarımı.
- İç Mekan Tasarımının Alt Türleri: Konut İç Mekan Tasarımı, Ticari İç Mekan Tasarımı, Kurumsal İç Mekan Tasarımı, Kültürel İç Mekan Tasarımı.
- Mimari Tasarımın Alt Türleri: Konut Mimari Tasarımı, Ticari Mimari Tasarımı, Kurumsal Mimari Tasarımı, Kültürel Mimari Tasarımı.
- Web Tasarımının Alt Türleri: Statik Web Tasarımı, Dinamik Web Tasarımı, Duyarlı Web Tasarımı.
- Kullanıcı Arayüzü Tasarımının Alt Türleri: Web Arayüzü Tasarımı, Mobil Arayüzü

Tasarımı, Oyun Arayüzü Tasarımı.

- Kullanıcı Deneyimi Tasarımının Alt Türleri: Araştırma Odaklı Kullanıcı Deneyimi Tasarımı, Test Odaklı Kullanıcı Deneyimi Tasarımı.
- Çevre tasarımı, parklar, bahçeler, kentsel meydanlar, yollar, kıyı şeritleri gibi açık alanların yanı sıra iç mekânları da kapsayabilir. Çevre tasarımı, bitkiler, su, ışık, malzeme, mobilya ve sanat eserleri gibi unsurları kullanarak çevreyi düzenler ve estetik bir görünüm kazandırır.

Mevcut tasarım türleri üç ana gruba ayrılabilir bunlar endüstriyel tasarım, çevre tasarımı ve grafik tasarım olarak değerlendirilebilir.

Endüstriyel tasarım genellikle 3 boyutlu nesnelerin tasarımını ifade etmektedir. Günlük hayatta kullandığımız neredeyse her obje endüstriyel tasarımın alanına girmektedir. Burada koltuklardan mutfak ekipmanlarına, makinalardan basit araç gereçlere kadar her şey bir endüstriyel tasarımın ürünüdür.

Çevre tasarımı daha çok yaşanılan çevre ile ilgili olan mimari, iç mimari, peyzaj ve şehir-bölge planlama gibi disiplinlerin ortak ifadesi olarak kullanılabilir. Yapılı çevreyi meydana getiren her şey çevre tasarımının konusudur denilebilir. Çevre tasarımı içerisindeki heykel benzeri sanat eseri niteliği taşıyan varlıklar da çevre tasarımı başlığı altında değerlendirilebilir. Anıtsal nitelik taşıyan olgular da çevre tasarımı başlığı altında ele alınabilir.

Grafik tasarım başlığı endüstriyel tasarımda olduğu gibi çok fazla alt başlıklara ayrılmaktadır. Gördüğümüz ve okuduğumuz herhangi bir düzlem, yüzey ya da ortamda bulunan 2 veya 3 boyutlu bütün tasarımları içerisine alabilir. Sadece gazete dergi gibi basılı yüzeylerde değil dijital ortamda bulunan yazı ve görsel içerikli öğeler bu başlık altında değerlendirmeye alınabilir. Grafik tasarım dijital çağın getirdiği imkânlar ile sınırları sürekli genişleyen ve hemen her alanda karşımıza çıkan bir türdür.

Üç ana başlıkta ele alınmaya çalışılan sözkonusu tasarım türleri birbirlewi arasından da etkileşim halinde olmalıdır. Örneğin mimari tasarım endüstriyel tasarım ile girift bir alandır. Mimari tasarımın içerisinde endüstri ürünlerinin bulunmaması gibi bir durum söz konusu olmadığından bu iki disiplin birbirinden ayrı düşünülemez. Aynı şekilde iki boyutlu düzlem yada dijital ortamda çalışılan bir mimari proje aynı zamanda bir grafik anlatımdır. Burada vurgulanmak istenen tasarımcının hangi disiplinde olursa olsun her

tasarım disiplininde bir arakesit bulma ihtimalinin oluşudur. Bu nedenle hem fiil hemde isim olarak kullanılan tasarım alt dallara ya da özel alanlara ayrılmadan önce ortak kuralları ve dinamikleri ile ele alınmalıdır. Tez çalışması içerisinde tasarım elemanları ve tasarım ilkelerinin ifade edilmeye çalışılması tasarımcının temel düzeyde söz konusu bu bilgilere ihtiyaç duyuyor olmasıdır. Hangi tasarım disiplininde olduğu önemli olmadan tasarım bir kavram olarak değerlendirilebilir. Genel anlamda bir mimar yada grafiker branşı düşünülmeden tasarımcı olarak nitelendirilebilir. Öte yandan tasarım ile ilgili okullarda tasarıma giriş dersi başlangıcında genelde benzer bir eğitim anlayışı bulunmaktadır. Öncelikle temel düzeyde tasarım eğitimi sonrasında hangi disiplin ise ona yönelik eğitimler ile devam edilmektedir. Burada da yine tasarımın evrensel bir yönünün olduğu anlaşılmaktadır.

2.4. Tasarım Süreci

Tasarım süreci, tasarım probleminin tanımlanması ve çözümü için bir dizi aşamadan oluşan bir süreçtir. Bu süreçte, tasarımcı ve ya tasarım ekibi hedeflenen kullanıcılar, müşteriler ve paydaşlar ile iletişim kurarak, tasarım problemini anlamaya ve hedeflenen amaca ulaşmak için tasarım çözümleri geliştirmeye çalışır.

Tasarım süreci, farklı disiplinlerden gelen tasarımcılar tarafından farklı şekillerde ele alınabilir. Bazı tasarımcılar, tasarım sürecinin karar verme süreci olduğunu savunurken, bazıları deneme-yanılma yöntemlerinin önemini vurgularlar. Bununla birlikte, tasarım sürecinin her aşamasında, tasarımcıların hedeflenen kullanıcılar ve paydaşlarla etkileşim halinde olmaları ve hedeflenen amaca ulaşmak için birbirleriyle işbirliği yapmaları gerektiği kabul edilir.

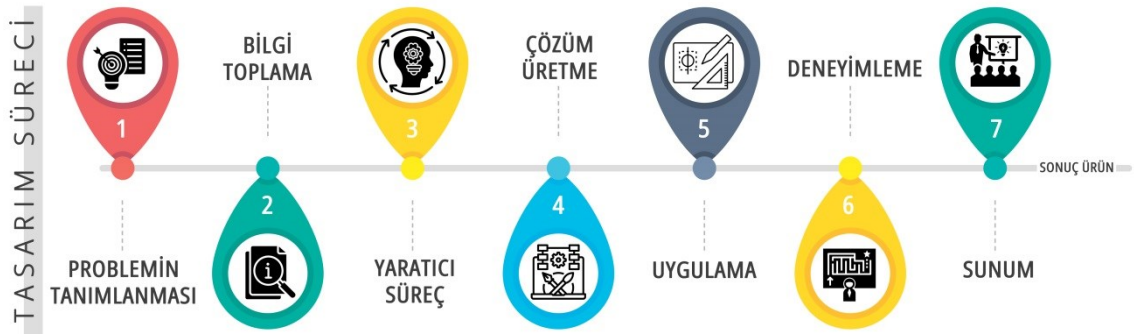
Tasarıma başlamak için, tasarlanacak ürün veya sistemin ihtiyaçları ve amaçları hakkında bir anlayışa sahip olmak önemlidir. Bu aşamada yapılacak ilk şey, ürünün veya sistemin hangi sorunu çözmeye yönelik olduğunu ve hangi kullanıcı ihtiyaçlarını karşılaması gerektiğini belirlemektir. Bu adım tasarım probleminin tanımlanması açısından önem taşımaktadır. Problemi tam olarak tanımlanmamış bir tasarım düşüncesi sonuca ulaşma açısından bakıldığında verimli olmayacaktır.

Bir sonraki adım, tasarıma başlamadan önce mümkün olduğunca çok bilgi toplamak ve araştırma yapmaktır. Bu araştırma süreci, endüstri trendlerini, benzer ürünlerin tasarım dünyasında ne kadar başarılı olduğunu ve potansiyel kullanıcıların ne tür ihtiyaçları olduğunu anlamak için yapılabilir.

Tasarım süreci boyunca, çizimler, prototipler ve diğer tasarım araçları kullanılarak farklı tasarım seçenekleri ve çözümleri görselleştirilebilir. Özcan, 2009'a göre tasarım süreci akıl yürütme, tasarımcının düşünce sisteminde oluşturduğu iki ya da üç boyutlu şema, diyagram, eskiz ve üç boyutlu modeller gibi birçok zihinsel etkinliğin kullanıldığı çok özel bir düşünce sürecidir (Özcan, 2009). Bu aşamada, tasarımın estetik özellikleri, kullanılabilirliği, işlevselliği ve maliyeti gibi faktörler de dikkate alınmalıdır.

Son olarak, tasarımın üretim süreci ve ürünün piyasaya sürülmesi hakkında planlama yapılmalıdır. Bu aşamada, üretim maliyetleri, zamanlama, kalite kontrol ve ürünün pazarlama stratejileri gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Tasarıma başlamak için, ihtiyaçları ve amaçları belirlemek, araştırma yapmak, farklı tasarım seçenekleri görselleştirmek ve üretim planlaması yapmak önemlidir. Bu aşamaların tamamlanması, başarılı bir tasarım sürecinin temelini oluşturur.



Şekil 19. Tasarım sürecini ifade eden infografik (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

2.4.1. Problemin Tanımlanması

Tasarım problemleri, genellikle bir amaca veya hedefe yönelik bir problem çözme eylemidir. Bu nedenle, tasarım sürecinde amaçların ve hedeflerin belirlenmesi önemlidir. Tasarım problemleri, genellikle çözüm seçeneklerinin önceden temsil edilmesi ve dış kaynaklardan gelen verilerin de dikkate alınması gerektiği özellikleri ile diğer problem çözme eylemlerinden ayrılır.

Tasarım probleminin boyutlarının ve sınırlarının anlaşılması için kelime, grafik veya sayı şeklinde diyagramlar kullanılabilir. Bu diyagramlar, tasarımcıya ve kullanıcılara tasarım süreci boyunca önemli bilgileri sağlayabilir. Bu bilgilerin organize edilmesi, tasarımcının süreç boyunca hakim olmasını sağlar.

Tasarım problemleri, tasarım sürecinin bir parçasıdır ve doğru şekilde

tanımlanmaları, analiz edilmeleri ve çözümlenmeleri gerekmektedir. Bu süreç, tasarımın amacına ve hedeflerine uygun bir çözümün bulunması için kritik önem taşır.

Tasarım süreci, tasarım probleminin tanımlanması ve çözüm sürecinin başlatılması ile başlar. Tasarım süreci ilerledikçe, farklı yönlerde ilerleyen ve çözüm sürecine katkı sağlayan birçok alt problem ortaya çıkar. Bu alt problemler, tasarım sürecindeki problemlerin tanımlanmasına ve problem alanının belirlenmesine yardımcı olur.

Tasarım süreci boyunca, problem tanımı ve çözüm yöntemleri sürekli olarak değişebilir. Harfield (2007) tarafından belirtildiği gibi, tasarımın başında verilen problemler, tasarımcının kontrolünde olmayan, dışarıdan gelen gereksinimlerdir. Ancak tasarım süreci ilerledikçe, tasarımcı kendi bakış açısı ile probleme yaklaşarak yaratıcı fikirler geliştirir ve bu fikirleri etkili bir şekilde uygulamaya dönüştürür. Dolayısıyla, tasarım süreci boyunca başlangıçtaki problemler gereksinimlere yönelik iken, süreç ilerledikçe tasarımcı kaynaklı problemler de ortaya çıkabilir. Tasarımcı kaynaklı problemler konusu detaylı olarak sonraki bölümlerde ele alınacaktır.

Laseau'nun (1937) belirttiği gibi, tasarım problemleri amaçlarla ilgilidir ve tasarımdaki amaç, gereksinimlere uygun ve özgün bir biçim ortaya koyabilmektir. Tasarım probleminin çözümü için, gereksinimlerle biçim arasında dengeli bir ilişki kurulması gereklidir. Tasarımcı, bu ilişkiyi sağlamaya çalışırken hem içerik hem de biçimle ilgili problemler üzerinde düşünür. Bu nedenle, tasarım süreci, aslında, zihinsel ve fiziksel eylemlerin bir bütünü olarak problem çözme amaçlıdır.

2.4.2. Bilgi Toplama

Tasarımcının hedef kitlesi, kullanım senaryoları, işlevler, verimlilik, sürdürülebilirlik ve benzeri şeklinde diğer ilgili faktörler hakkında anlayışını ve mevcut bilgi birikimini genişletmek için yapılan bir süreçtir. Bu aşamada edinilen her bilgi, tasarım sürecinin her aşamasında kullanılır.

Bilgi toplama süreci, farklı kaynaklardan farklı veri türleri içerir. Tasarımcılar, hedef kitlesine ulaşmak için kullanıcı araştırmaları yapabilir, mevcut piyasa isteklerini inceleyebilir ve endüstri standartlarını göz önünde bulundurabilirler. Bu araştırmalar, tasarımın amaçlarını ve gereksinimlerini belirlemeye yardımcı olur.

Bilgi toplama aşamasında tasarımcılar, müşteriler, kullanıcılar, pazarlama uzmanları ve diğer uzmanlardan geri bildirimler alabilirler. Bu geri bildirimler, tasarımın

hedef kitlesi ile ilgili anlayışlarını genişletmelerine yardımcı olur.

Ayrıca, prototip oluşturma ve test etme yoluyla tasarımcılar, tasarımlarının kullanıcıların ihtiyaçlarını nasıl karşıladığını anlamak için geri bildirim alabilirler. Bu geri bildirimler, tasarımın geliştirilmesine yardımcı olacak iyileştirmeler yapılmasına olanak sağlar.

Tasarım için bilgi toplama süreci, tasarımcıların ihtiyaçlarını belirlemelerine, kullanıcıların ihtiyaçlarını anlamalarına ve sonunda, kullanıcılar için en iyi tasarımı oluşturmak için gereksinimleri ve verileri birleştirmelerine olanak tanır.

Tasarım bilgisi, tasarımcıdan, kullanıcıdan veya problemin kendisinden kaynaklanan farklı veri kümelerinin sentezidir. Bu veriler, hazır bilgi parçalarıdır ve problemin çözümünde kullanılırlar. Bu parçalar zihinsel işlemler sonucu yeniden üretilerek bilgi meydana getirilir. Veriler yoktan var edilemez, zaten var olanlardır. Bilgi ise, bu verilerle üretilen anlamlı bir bütündür. Aynı verilere dayanarak yeni bilgiler üretilir ve bu bilgiler bellekte saklanabilir, depolanabilir ve geri çağırılabilir (Uluoğlu, 1990). Tasarım ile ilgili edinilen bilgilerin tasarımda kullanılacak hale dönüştürülmesi de sürecin önemli parçalarından biridir. Farklı kaynaklardan edinilen bilgi kümeleri işlenerek yaratıcı süreç içerisinde değerlendirilmektedir.

2.4.3. Yaratıcı Süreç

Yaratıcılık temel anlamda düşünceler üretmek ve bu düşünceler vasıtasıyla çözümlere ulaşmayı ifade eden zihinsel bir süreç olarak tanımlanabilir. Yaratıcılık, zihinsel süreçlerle benzersiz çözümlere ulaşmak için önemlidir, ancak yalnızca yaratıcı düşünce yeterli değildir. Tasarımcılar, yaratıcı fikirleri üretirken aynı zamanda analitik düşünme yollarını kullanarak bu fikirleri değerlendirirler.

Analitik düşünce, verilerin analiz edilmesi ve sonuçların doğru bir şekilde yorumlanması için kullanılan bir yöntemdir. Tasarımcılar, yaratıcı fikirleri üretirken aynı zamanda bu fikirlerin işlevselliğini, maliyetlerini ve uygulanabilirliğini analiz ederler. Bu analitik yaklaşım, yaratıcı fikirlerin pratik olarak uygulanabilir olmasını sağlar.

Tasarımcılar, alternatif çözümler oluşturmak için analitik düşünce ve yaratıcı düşünceyi birleştirirler. Bu yaklaşım, tasarımcıların yaratıcı fikirleri üretirken aynı zamanda bu fikirlerin gerçek dünya uygulamalarını da düşünmelerine olanak tanır. Bu şekilde, tasarımcılar, özgün ve yaratıcı çözümler üretirken aynı zamanda bu çözümlerin işlevsel, maliyet etkin ve kullanıcı dostu olmasını sağlayabilirler. Kısaca toplamak

gerekirse yaratıcı süreçlerin değerlendirilmesi için analitik düşünce kullanmak önemlidir. Tasarımcılar, yaratıcı fikirleri üretirken aynı zamanda bu fikirleri analiz ederek, gerçek dünya uygulamaları için uygun olan en iyi çözümü bulmak için tasarım yeteneklerini ve edindikleri bilgiyi kullanırlar.

2.4.4. Çözüm Üretme

Tasarım süreci, belirli bir problemin çözümüne yönelik bir yaklaşımı içerir ve bu yaklaşımın sonucunda bir çözüm ortaya çıkar. Tasarım aşamalarında çözüm üretmek, öncelikle problemi anlamak, gereksinimleri belirlemek, farklı tasarım alternatifleri oluşturmak ve bu alternatifleri analiz etmek için bir dizi adımı içerir.

İlk aşamada, tasarımcılar problemi tanımlarlar. Bu aşamada, problemin ne olduğunu anlamak, problemin neden ortaya çıktığını ve hangi koşullarda meydana geldiğini anlamak için bir dizi soru sorarlar. Bu aşama, tasarımcıların problemin ne olduğunu anlamalarına ve gereksinimleri belirlemelerine yardımcı olur.

İkinci aşama, gereksinimleri belirleme aşamasıdır. Bu aşamada, tasarımcılar, problemin çözümü için gerekli olan tüm özellikleri belirlerler. Bu aşama, tasarımcıların, ürünün ne yapması gerektiğini, nasıl çalışması gerektiğini, ne kadar maliyetli olacağını ve nasıl kullanıcı dostu olacağını belirlemelerine yardımcı olur.

Üçüncü aşama, tasarım alternatifleri oluşturma aşamasıdır. Bu aşamada, tasarımcılar farklı tasarım alternatifleri oluşturarak, problemin çözümü için farklı yaklaşımlar deneyebilirler. Ayrıca farklı malzemelerin kullanılması, farklı işlevlerin entegrasyonu ve farklı tasarım stilleri gibi birçok farklı seçenek arasından seçim yapabilirler.

Dördüncü aşama, tasarım alternatiflerinin analiz edilmesi aşamasıdır. Bu aşamada, tasarımcılar farklı tasarım alternatiflerini analiz ederek, her birinin avantajlarını ve dezavantajlarını belirlerler. Bu aşama, tasarımcıların hangi tasarım alternatifinin en uygun olduğunu belirlemelerine yardımcı olur.

Son aşama, en uygun tasarım alternatifinin seçilmesi ve çözümün uygulanmasıdır. Bu aşamada, tasarımcılar, analiz sonuçlarına dayanarak en uygun tasarım alternatifini seçerler ve bu alternatifin uygulanması için bir yol haritası belirlerler. Bu aşama, tasarımın son ürününün oluşturulması ve problemin başarılı bir şekilde çözülmesi ile sonuçlanır.

2.4.5. Uygulama

Tasarımı uygulamak, tasarımın fikirlerini gerçeğe dönüştürmek anlamına gelir. Tasarım sürecinin son aşamasıdır ve tasarımın fiziksel bir varlığa veya işlevsel bir ürüne dönüşmesini sağlar.

Tasarımı uygularken, tasarımın planlama aşamasında belirlenen özellikleri ve özellikle de kullanıcıların ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak hareket etmek gerekir. Bu aşamada, tasarım özellikleri ve gereksinimleri detaylandırılır, ölçeklendirilir ve uygulama sürecinde kullanılacak malzemeler, teknolojiler ve kaynaklar belirlenir. Tasarım uygulaması, genellikle birçok farklı disiplin tarafından gerçekleştirilir.

Bu disiplinler arasında mühendisler, tasarımcılar, yazılım geliştiricileri, üretim uzmanları ve diğerleri yer alabilir. Tasarımın uygulanması, bu farklı disiplinler arasında koordinasyon ve işbirliği gerektirir.

Tasarımın uygulanması, genellikle aşağıdaki adımları içerir:

1. Prototipleme: Tasarımın ilk prototiplerinin üretilmesi ve test edilmesi.
2. Tasarımın işlevsel bir ürüne dönüştürülmesi: Bu aşamada, prototipler geliştirilir, üretim süreci başlar.

Tasarımın uygulanması sürecinde, kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun bir ürün üretilmesi ve ürünün işlevselliğinin sağlanması önemlidir. Bu nedenle, tasarımın uygulanması, tasarımın planlama aşamasında belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesini sağlamak için dikkatle yönetilmelidir.

2.4.6. Deneyimleme

Tasarım sürecinde deneyimleme, ürün veya hizmetin geliştirilmesi sırasında kullanıcıların geri bildirimlerine dayalı olarak yapılan bir dizi test ve değişiklikleri içeren bir yaklaşımdır. Bu süreç, kullanıcıların ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamak, kullanılabilirliği artırmak ve ürün veya hizmetin hedeflenen amaca ulaşmasını sağlamak için önemlidir.

Deneyimleme süreci, tasarım sürecinin bir parçası olarak yer alır ve kullanıcı arayüzü tasarımı, kullanılabilirlik testleri, prototip oluşturma ve kullanıcı geri bildirim toplama gibi aktiviteleri içerir. Bu süreç, ürün veya hizmetin ilk sürümünden sonraki aşamalarda da devam edebilir ve iyileştirmeler yapılması gerektiğinde kullanıcıların geri

bildirimlerine göre yeniden tasarım yapılabilir.

Deneyimleme süreci, kullanıcıların ürün veya hizmeti kullanarak deneyimledikleri sürece sürekli olarak geri bildirim toplanmasını içerir. Bu geri bildirimler, kullanıcının deneyimini artırmak için yapılabilecek değişiklikleri belirlemek için kullanılabilir. Yapılan değişiklikler prototipler oluşturulur ve kullanıcı geri bildirimi ile test edilir. Bu işlem, ürün veya hizmetin son sürümüne kadar devam edebilir.

Deneyimleme süreci, kullanıcının deneyimini artırmak ve hedeflenen amaca ulaşmak için ürün veya hizmetin kullanımını basitleştirmeyi amaçlamaktadır. Kullanıcılar, ürün veya hizmeti kullanırken neyin iyi çalıştığını ve neyin daha iyi çalışabileceğini bildirmek için deneyimleme sürecinde yer alır. Bu geri bildirimler, tasarım sürecindeki kararları etkilemek için kullanılır ve sonunda kullanıcıların ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılayan bir ürün veya hizmet sunulur.

2.4.7. Sunum

Tasarım sürecinde sunum, tasarım ekibinin veya tasarımcının ürün veya hizmetin tasarım sürecini, kararlarını ve sonuçlarını paylaştığı bir iletişim aracıdır. Bu sunumlar, müşterilere, proje sponsorlarına veya proje paydaşlarına, tasarım sürecinin ilerlemesini ve sonuçlarını anlatmak, tasarım kararlarını açıklamak ve hedeflenen amaca ulaşmak için neler yapıldığını göstermek için kullanılabilir.

Tasarım sunumları, çizimler, görseller, animasyonlar ve diğer görsel araçlarla desteklenebilir ve hedef kitleye uygun bir şekilde hazırlanabilir. Sunumlar, tasarım sürecinde kullanılan araçlar, teknikler ve yöntemler hakkında bilgi vererek, proje paydaşlarının tasarım sürecini anlamalarına yardımcı olabilir.

Tasarım sunumları aynı zamanda, tasarım ekibinin proje paydaşlarıyla etkileşim kurmasına ve geri bildirim almalarına da olanak tanır. Bu geri bildirimler, tasarım sürecinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir ve müşteri veya proje paydaşlarının beklentileriyle tasarım kararlarının daha iyi uyumlu hale getirilmesine olanak sağlayabilir.

Sonuç olarak, tasarım sürecinde sunum, tasarım ekibinin tasarım kararlarını açıklaması ve hedeflenen amaca ulaşmak için neler yapıldığını göstermesi için önemli bir iletişim aracıdır. Bu sunumlar, proje paydaşlarına tasarım sürecinin ilerlemesini anlatmak, geri bildirim almak ve tasarımın iyileştirilmesine yardımcı olmak için kullanılabilir.

2.5. Tasarım Sürecindeki Hatalar

Tasarım sürecindeki hatalar, ürünün kalitesini etkileyebilir ve son kullanıcının memnuniyetini düşürebilir. Herhangi bir disiplinde tasarım sürecinde oluşabilecek hatalar şunları içerebilir:

Kullanıcıların ihtiyaçlarının yanlış anlaşılması: Tasarım sürecinde kullanıcının ihtiyaçları doğru şekilde anlaşılmazsa, son ürün kullanıcının ihtiyaçlarını karşılamayabilir. Bu hata, kullanıcılara uygun bir ürün sunulamamasına neden olabilir.

Planlama eksikliği: Tasarım sürecinin başında yeterli planlama yapılmazsa, ürünün gereksinimleri ve özellikleri belirsiz kalabilir. Bu da ürünün kalitesini düşürebilir ve hedef kitlenin ihtiyaçlarını karşılamamasına neden olabilir.

Uygun malzeme seçimi yapılmaması: Tasarım sürecinde kullanılacak malzemelerin seçimi, ürünün kalitesini etkileyebilir. Yanlış malzeme seçimi, ürünün dayanıklılığı, güvenilirliği ve performansını etkileyebilir.

Hatalı prototipleme: Prototipleme aşamasında, hatalı prototip üretimi, tasarım sürecinde oluşabilecek bir diğer hatadır. Prototip hataları, ürünün kalitesini düşürebilir ve son kullanıcının deneyimini olumsuz yönde etkileyebilir.

Uygun testlerin yapılmaması: Ürünün test edilmesi, tasarımın başarısını belirlemek için önemlidir. Uygun testler yapılmazsa, ürünün işlevselliği ve performansı hakkında yeterli bilgi sağlanamaz. Bu nedenle, test aşamasında hatalı bir yaklaşım ürünün kalitesini düşürebilir.

Üretim sürecinde hatalar: Üretim sürecindeki hatalar, ürünün kalitesini düşürebilir. ürünün üretim maliyetini yükseltebilir ve son kullanıcının memnuniyetini olumsuz yönde etkileyebilir.

Kullanıcı geri bildirimlerinin yok sayılması: Kullanıcı geri bildirimleri, tasarım sürecinde önemlidir. Kullanıcı geri bildirimleri, ürünün işlevselliğini, kullanılabilirliğini ve kullanıcının deneyimini geliştirmek için kullanılabilir. Geri bildirimlerin yok sayılması, son ürünün kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamamasına neden olabilir.

Bu hatalar, tasarım sürecinde farklı disiplinlerde oluşabilir. Tasarım sürecinde bu hataların önlenmesi için tasarımcıların, mühendislerin ve diğer ekip üyelerinin birlikte çalışması ve dikkatli bir planlama yapması gerekmektedir. İşbirliği, tasarımın her aşamasında en iyi sonucu elde etmek için kritik bir faktördür.

Ayrıca, tasarım sürecinin başında kullanıcı ihtiyaçlarının doğru bir şekilde anlaşılması ve ürün gereksinimlerinin doğru şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Tasarımcılar, ürünün amacını ve hedef kitlesini anlamalı ve bunlara uygun bir tasarım yapmalıdırlar.

Prototipleme aşamasında, prototipler doğru ve kapsamlı bir şekilde test edilmelidir. Bu testler, ürünün işlevselliğini, kullanılabilirliğini ve performansını değerlendirmek için kullanılabilir.

Üretim sürecinde, üretim sürecinin her aşaması kontrol edilmeli ve kalite kontrolü yapılmalıdır. Üretim sürecindeki hatalar, ürünün kalitesini düşürebilir ve son kullanıcının memnuniyetini olumsuz yönde etkileyebilir.

Son olarak, kullanıcı geri bildirimleri, tasarım sürecinde önemlidir. Tasarımcılar, kullanıcıların geri bildirimlerini dikkate almalı ve ürünün geliştirilmesi için bu geri bildirimleri kullanmalıdırlar.

Tasarım sürecindeki hataların önlenmesi, son kullanıcının ihtiyaçlarını karşılayan yüksek kaliteli bir ürün elde etmek için önemlidir. Tasarımcılar, mühendisler ve endüstrinin diğer uzmanları, bu hataların önlenmesi için birlikte çalışmalı ve tasarım sürecinin her aşamasında kalite kontrolü yapmalıdırlar.

2.5.1. Tasarımcı Kaynaklı Hatalar

Tasarım süreci içinde, problemin tanımı değişebilir. Harfield (2007) tarafından belirtildiği gibi, tasarımın başında hazır olarak verilenler, tasarımcının dışındaki problem alanlarıdır. Ancak süreç ilerledikçe, tasarımcı kendi bakış açısıyla probleme yön verebilir. Başka bir deyişle, başlangıçtaki problemler büyük ölçüde tasarımcıdan bağımsızdır ve gereksinimlerle ilgilidir. Ancak süreç ilerledikçe, tasarımcı gereksinimlere karşılık olarak yaratıcı fikirler bulmak ve bunları etkili bir şekilde somutlaştırmak için çalışır. Bu, tasarımcı kaynaklı problemlere neden olur.

Tasarımcı kaynaklı problemler genellikle biçim-içerik uyumuyla ilgilidir. Bir tasarım nesnesi sadece biçimsel özelliklerden oluşmaz, aynı zamanda işlevsel bir amaca da hizmet etmelidir. Bu nedenle, tasarımın işlevine uygun bir biçimde tasarlanması önemlidir. Bu problemin çözümü için, tasarımcı kullanıcının ve tasarım bağlamının bilgisine ulaşmalı ve bu bilgiyi tasarım sürecinde diğer bilgilerle ilişkilendirmelidir. Kavram oluşturma da, bu problemin çözümüne yardımcı olabilir çünkü uygun bir kavram oluşturma, tasarımın işlevine uygun bir biçimde tasarlanmasına yardımcı olabilir.

Laseau (1937) da belirttiği gibi, tasarım problemleri amaçlarla ilgilidir ve tasarımın amacı, gereksinimlere uygun ve özgün bir biçim ortaya koymaktır.

Tasarımcının bu problemleri çözebilmek için, gereksinimler ile biçim arasında dengeli bir ilişki kurması gerekmektedir. Tasarımcı, içerikle birlikte biçimle ilgili problemleri de ele alır. Bu nedenle tasarım süreci, zihinsel ve fiziksel eylemlerin bir bütünü olarak, problem çözmeye yönelik bir süreçtir.

Söz konusu bu ilişkiler doğru kurulmadığında tasarım başlangıçtan itibaren hatalar ile dolu olacaktır. Geri beslemeler yolu ile birçok hata giderilebilir fakat bu zaman ve kaynak israfına yol açabilir. Bu nedenle tasarımcı hata oranını olabilecek en alt seviyede tutmaya çalışmalıdır.

2.5.2. Toplumsal İsteklerden Kaynaklanan Hatalar

Tasarım sürecinde toplumsal isteklerden kaynaklanan hatalar, tasarımcının toplumun ihtiyaçlarını, beklentilerini ve değerlerini yeterince araştırmaması veya anlamaması sonucu ortaya çıkabilir. Bu hatalar, tasarımın kullanıcı deneyimini, işlevselliğini ve kabul edilebilirliğini olumsuz etkileyebilir. Örneğin, tasarımcı toplumun kültürel, sosyal veya etik hassasiyetlerini göz ardı ederek tasarım yaparsa, tasarımın toplum tarafından reddedilmesine veya tepki görmesine neden olabilir. Bu hataları önlemek için tasarımcının toplumsal istekleri belirlemek ve karşılamak için kapsamlı bir araştırma yapması ve tasarım sürecinde bu isteklere uygun olarak değişiklik yapması gerekmektedir. Araştırma yöntemleri olarak anket, gözlem, odak grup görüşmesi veya kullanıcı testi gibi yöntemler kullanılabilir.

Bu durum toplumun isteklerinin tasarımcı tarafından anlaşılamadığı ya da yanlış anlaşıldığı durumları ifade etmektedir. Toplumsal isteklerin doğruluğu tartışmaya açık bir konudur. İçinde bulunulan sosyal ve kültürel yapının tasarımcı ile ters düşecek yaklaşımları ya da anlayışları olabilir. Örnek vermek gerekirse iç mimari tasarım özelinde bazı kültürler küçük hacimler ve ince kesitli donatılar talep ederken bir diğer kültürel yapıda olağan dışı büyük hacimler ve kalın kesitli donatılar tercih edilebilmektedir. Kullanım ve buna bağlı olarak işlevsellik konusu bireyler tarafından göz ardı edilerek kullanıcı tercihleri yapılabilmekte ve bu tasarımcıya diretilebilmektedir. Bu durum tasarımcının yönlendirmesi ile çözülebilir fakat toplumsal istekler bu çözümün önüne geçebilmektedir.

2.5.3. Uygulama Kaynaklı Hatalar

Tasarımda uygulama kaynaklı hatalar, tasarımın gerçekleştirilmesi aşamasında ortaya çıkan hatalardır. Bu hatalar, tasarımın kalitesini, performansını ve güvenilirliğini düşürebilir. Uygulama kaynaklı hataların bazı örnekleri şunlardır

- Tasarımın gereksinimlerine uygun olmayan malzeme, ekipman veya teknoloji seçimi,
- Tasarımın test edilmeden veya eksik test edilerek uygulanması,
- Tasarımın uygulanması sırasında değişiklik yapılması veya tasarımdan sapılması,
- Tasarımın uygulanması için yeterli zaman, bütçe veya kaynak ayrılmaması,
- Tasarımın uygulanması için yeterli eğitim, deneyim veya yetkinlik sahibi olmayan kişilerin görevlendirilmesi şeklinde sıralanabilir.

Bu konulardan belki de en önemlisi yeterince bilgi, eğitim ve tecrübe sahibi olmayan uygulayıcı kişilerin ilgili tasarımı uygulama görevini almasıdır. Bu tür durumlar günümüzde neredeyse her tasarım disiplinde karşımıza çıkmaktadır. Tasarımcının yapmış olduğu çalışmanın dışına çıkmak ve yönergeleri uygulamamak sınırları çizilmiş tasarımın farklı bir yönde ilerlemesi ve istenen, aranan ve ya beklenen sonuçlara ulaşamamasına neden olmaktadır.

2.6. Tasarım Yaklaşımları

Tasarım düşünsel bir süreç olarak değerlendirilmektedir. İnsan zihninin bir ürünü olan tasarım ve tasarım yaklaşımları düşünce kavramı çerçevesi içinde ele alınmalıdır. Diğer her şey düşünceden doğan yan ürünler ya da destek sistemleri olarak ele alınabilir.

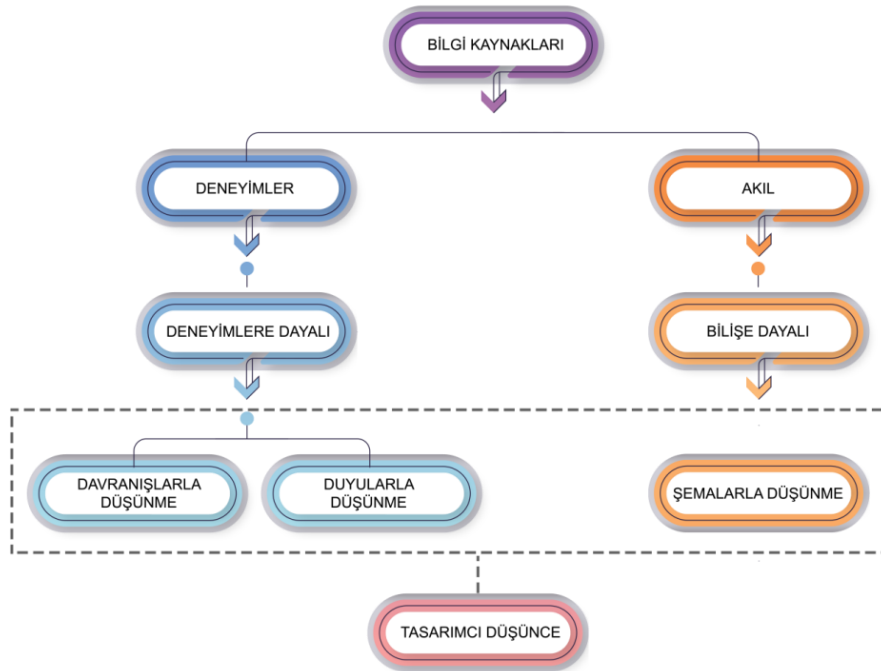
Ertürk (1981)'e göre düşünme; herhangi bir problem karşısında gerçekleştirilen zihinsel bir işlemdir. Bu işlemler; imgelem, tahmin, akıl yürütme, hayal gücü ve çağrışım gibi eylemlerle gerçekleştirilebilir (Ertürk, 1981).

Tasarım ise karşılaşılan problemlere çözümlerin arandığı düşünmeye dayalı bir eylemdir. Tasarımı, belirli kurallar ve sınırlar dahilinde işleyen bir araştırma ve problem çözme süreci olarak tanımlamaktadır. Bu sürecin hedefi, problemi tanımak ve problemde belirtilen ihtiyaçları karşılayan yaratıcı ve sürdürülebilir çözümler bulmaktır (Gicardi, 2008).

Tasarımcı düşünce esnasında zihinde cevabı aranan birçok problem bulunmaktadır. Tasarımcı daha önce karşılaşmadığı problemlerle ilgili edindiği yeni bilgileri ve çağrışımlar ile hatırladığı eski bilgileri ile birleştirir. Bu etkinlik tasarımcının problemle ilgili kavramlara ulaşmasına veya yeni kavramlar üretebilmesini sağlar. Daha sonra bu kavramları somut biçimlere dönüştürürken zihninde canlanan ilk imgeleri somutlaştırarak eskizler ve diyagramlar ile ifade eder. Diğer bir deyişle kavram oluşturmaya yönelik düşünce gelişerek biçim oluşturmaya yönelik düşünceye dönüşür. Dolayısıyla tasarımcının soyut nitelikteki fikrinin oluştuğu ilk aşamadan, somut biçime ulaştığı son aşamaya kadar sürekli düşündüğü söylenebilir. Bu düşünme sistemi tasarımcı düşünce olarak adlandırılmaktadır.

2.6.1. Tasarımcı düşünme yaklaşımları

Koçkan (2012) bilgi ve öğrenme konusunda iki farklı yaklaşım olduğunu belirtmektedir. Bu yaklaşıma göre bilgi duyu ve deneyim yoluyla elde edilir ve öğrenme bu duyu ve deneyimlerden kaynaklanan alışkanlıklardır. Diğer yaklaşıma göre ise bilginin kaynağı akıldır ve öğrenme geçmiş deneyimlere dayanmaz, yeni durumlara uygun yeni davranışlar oluşturmaktır (Koçkan, 2012).



Şekil 20. Tasarımcı düşünmede bilgi kaynakları (Yazar tarafından şemalaştırılmıştır)

Tasarımcı problemi çözmek için bilinçli bir şekilde problem üzerine düşünür ve bilgi arar. Tasarımcının tasarım bilgisini edindiği kaynaklar farklılık gösterir. Bu yüzden tasarımcının düşünme biçimi deneyim odaklı veya biliş odaklı olabilir. Zihinsel etkinlikler duyu, imge ve duygu olarak sınıflandırılır (Uluoğlu, 1989). Bu görüşe göre düşünce, önceki deneyimlerden gelen bilgilerin ve onların düşünceye dönüşmesinin bir sonucudur.

Deneyim odaklı tasarımcı düşünme yaklaşımlarında bilgi duyu ve deneyim yoluyla elde edildiği bilinmektedir. Bu yaklaşımlarda akıl değil, davranış ön plandadır ve çağrışımlar önemlidir. Düşünme ve öğrenme, zihinde düzenlenen verileri ve onların özelliklerini hatırlamalarla gerçekleşir.

Davranışlarla düşünme eylemi deneyim odaklı yaklaşımlardan biridir. Bu yaklaşımda tasarımcı şu anki durumu, geçmişteki durumlarla ilişkilendirir veya tasarım problemine, geçmişteki çözümlere benzer öneriler getirir. Yani düşüncelerin şekli; uyarılara verilen tepkilerden en uygun olanının seçilmesiyle oluşur (Lawson, 2005).

Davranışlara dayalı düşünce sistemlerinde tasarımcılar, bazen geçmişteki çözümlerden yola çıkarak davranışlara dayalı düşünürler. Bu durumda, daha önce aynı tasarımı yaparken sergiledikleri davranışları hatırlayarak problemi nasıl çözeceklerini belirlerler (Turuthan, 1987). Örneğin resepsiyon mekanı tasarımında, karşılama ve danışma işlevlerinin gerektirdiği davranışlar ve fiziksel koşullar sıralanarak tasarımın biçimi ortaya çıkarılır.

Tasarımcılar, duyumlara dayalı tasarımcı düşünme yaklaşımlarında duyular yoluyla elde ettikleri verileri kullanarak tasarım problemlerini çözmeye çalışırlar. Bu yaklaşımda tasarımcı problemle karşılaştığında zihninde imgeler oluşturur. İmge, dışarıdan algılanan bir nesnenin bilinçteki yansımasıdır. İmgelem ise imge yaratma eylemidir (TDK, 2018).

Belleksel imgelem, zihnimizde daha önce edindiğimiz imgeleri tekrar canlandırmak iken, yaratıcı imgelem, yeni imgeler oluşturmak için var olan imgeler üzerinde değişiklikler yapmak demektir (Uraz, 1993). Yaratıcı imgelemde, imgeleri seçebilir, birleştirebilir, ekleyebilir ya da dönüştürebiliriz. Tasarımcılar da imgelerle düşünerek sentez yaparlar ve tasarım sürecinde yaratıcı imgelem sayesinde birçok alternatif ortaya çıkarırlar.

Bilişsel yaklaşımlar, kişinin öğrenme sürecinde bilişsel yapısının geliştiğini savunmaktadır (Koçkan, 2012). Biliş, bireyin kendisi ve çevresi hakkında sahip olduğu

bilgi, inanç veya düşünce olarak ifade edilebilir (Dönmez, 1992, s.131). Bu yaklaşıma göre kişi yeni bilgiyi mevcut biliş şemalarıyla uyumlu hale getirerek veya değiştirerek kazanır. Eğer uygun bir şema bulunmuyorsa kişi yeni bilgiye dayalı olarak yeni bir şema oluşturur ve düşüncesini yeniden yapılandırır (Uluoğlu, 1989). Burada şema kavramı, algılanan nesne ile ilgili bilgileri, bilişler arasındaki ilişkileri ve örnekleri kapsayan yapısal ve örgütlü bir bilişler kümesi olarak tanımlanabilir (Dönmez, 1992, s.134).

Tasarımcı da tasarım problemi ile uğraşırken var olan şemalarını duruma göre ayarlar, değiştirir ve dönüştürür. Yani önce uyum sağlar, sonra yorumlar. Bunun için şemalardaki bilgileri basitleştirir. Problemin çözümüne neyin uygun olduğunu, neyin ilişkisiz olduğunu belirleyerek ilerler.

Tasarımcı sadece deneyimlerine dayalı bir düşünce yaklaşımını benimsediğinde, kendini yinemesi olasıdır. Çünkü tasarımcı düşünce davranış ve imgelerle sınırlı kaldığında tasarımcı zihnindeki görsel çerçeveyi aşamamakta ve problemlere yeni çözüm önerileri sunamamaktadır.

Tasarımcı deneyimlere ve bilişlere dayalı düşünme yaklaşımlarını uyumlu bir şekilde kullanmalıdır. Hem deneyimlerine hem de aklına güvenen tasarımcı, tasarımlarında hem sezgiyi hem de mantığı yansıtabilecektir.

2.6.2. Yaratıcılık

Düşünmek, dünyayı nasıl algıladığımız ve anladığımız, olaylara nasıl yaklaştığımız veya olaylar ve kavramlar arasında nasıl ilişki kurabildiğimizdir. Yaratıcılık ise, bu ilişkileri yeni ve farklı bir düşünme sistemi içinde örgütleyebilmektir (Artut, 2004).

Yaratıcılık konusunda bilim insanları çeşitli tanımlar yapmışlardır. Torrance (1974) yaratıcılığı, sorunlara, eksikliklere, uyumsuzluklara duyarlılık gösterme, bunlara çözüm bulma, tahmin etme, deneme yapma, denemeleri değiştirme veya tekrarlama ve sonuçları sunma süreci olarak ifade etmektedir. Sternberg (2006) ise yaratıcılığı, yeni ve özgün, kaliteli ve hedefe ulaşan işler ortaya çıkarabilme yeteneği olarak tanımlamaktadır.

Yaratıcılık kelimesi Latince creare sözcüğünden gelir ve doğurmak, ortaya çıkarmak, bulmak, keşfetmek, yenilik yapmak gibi anlamlara sahiptir (San, 2008). Tasarım sürecindeki yaratıcılık da bilişsel bir yapı gösterir. Tasarımcı zihinsel aktiviteleriyle üretir ve keşfeder. Bu süreç aynı zamanda sezgisel bir düşünme sürecidir (Önal, 2011, s.156).

Yaratıcılık çok yönlü bir kavramdır ve çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. San (2008)'e göre yaratıcılık başlangıçta tanrısal bir yetenek olarak görülmüş ve yoktan yaratabilme gücü olarak anlaşılmıştır. Bu yaklaşıma göre yaratıcılık öğrenilemez veya geliştirilemez. Ancak daha sonra, her insanın sahip olduğu, günlük hayattan bilimsel çalışmalara kadar geniş bir alanda ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlanmıştır (San, 2008).

Yaratıcılık birçok alanda ilgi çeken bir kavramdır ve tanımlanırken ürün, düşünme süreçleri ve tasarımcının kişilik yapıları gibi farklı unsurlar ön plana çıkmaktadır (Önal, 2011). Bu farklı unsurlara rağmen ortak nokta “yeni ve sıradışı bir şeyin yaratılması” sürecidir. Bu süreçte başkalarından farklı bir yol takip etme, kalıpları aşma, fikirler arasındaki gizli bağlantıları bulabilme, yeniliklere açık olma, farklı yolları denemekten korkmama gibi “düşünce süreçleri” ve “kişilik özellikleri” vurgulanmaktadır (Öncü, 2003).

Yaratıcılık, eskiyi yeni ve özgün bir şekilde yorumlama, daha önce kurulmamış farklı bağlantılar kurma ve böylece yeni bir düşünce sistemi içinde yeni fikirler ve yeni ürünler yaratma yeteneğidir (Hatırnaz, 2010).

Bu tanımlamalar doğrultusunda yaratıcılığın olmayanı üretme aynı zamanda da olanlardan farklı şekilde yorumlayarak yeniden üretme anlamlarına geldiğini söylemek mümkündür.

Yaratıcı süreçler sadece zihnin düşünme yetileriyle değil, aynı zamanda duyular, duygular, imgelem gücü gibi yetiler ve bunların birbirleriyle ilişkileriyle oluşur (San, 1985). Probleme farklı açılardan bakma, imgelem ve analoji gücü kullanma tasarımcının yaratıcı düşüncesini destekler. Tasarımcı problemi bütünsel olarak ele alarak problemle ilgili diğer problemleri de çözmeyi amaçlar ve özgün fikirler üretir.

Analitik düşünme olayları analiz ederek anlamlandırma yoludur ve mantıklıdır ve tek bir çözüme yönlendirir. Yaratıcı düşünme ise hayal gücü ister ve kişiyi birçok olası yanıt, çözüm ya da düşünceye ulaştırır. Bu noktada analitik düşünme, fikirleri ve uygulamaları değerlendirir ve birleştirir. Böylece yaratıcı düşünceye katkı sağlar (Rawlinson, 1995).

Yaratıcı düşünen tasarımcı, tasarım sürecinde geçmişini, bilgi birikimini, deneyimlerini, algılarını ve hayal gücünü kullanarak tasarım problemine farklı çözümler önerir. Bu süreçte var olan bilgiler yeniden değerlendirilir ancak bakış açısı farklıdır. Yani düşünme yolu ve sonucu özgündür. Bu süreç de sonuç da yaratıcılık gösterir (Çellek,

2002).

Tasarım problemleri çok yönlü, açık uçlu ve yaratıcı düşünme isteyen problemlerdir. Yaratıcı düşünme sezgiyle kavrama, tasarlama, soru sorma, analiz ve sentez yapma, problemleri farklı açılardan değerlendirme ve yeni çözümler ve bilgiler yaratma gibi imgesel ve mantıksal düşünme süreçlerini içeren bir düşünme şeklidir (Kale, 1994).

Bilgi ve yaratıcılık birlikte gelişir. Bilgi düşünceyi üretmede rehberlik eder ve düşünceler arası ilişkiler kurarak yaratıcı düşünceyi şekillendirir. Yaratıcılık ise bilginin özgün olarak yenilenmesini ve sürdürülmesini sağlar yani bilgiyi yorumlar, değiştirir, dönüştürür ve tekrar üretir (Koçkan, 2012).

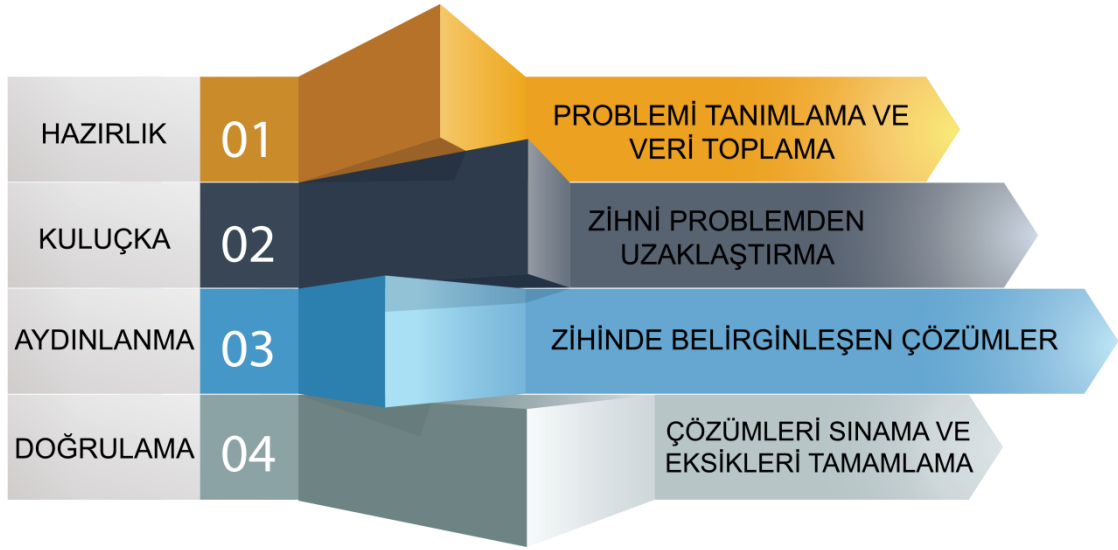
2.6.3. Yaratıcı Düşünme Süreçleri

Yaratıcılık genel olarak bir nesne ya da düşünceyi yaratan bilişsel bir süreçtir ve bu süreç yaratıcılık gerektiren her eylemde gerçekleşmektedir. Tasarlama eyleminde yaratıcılık, yeni ve farklı olanı var olan bilgilerin yeni bağlantılarla birleştirildiği kavramsal ya da görsel düşünme ve şekillendirme sürecidir. Tasarımcı tasarım problemlerine hem mantıksal hem de yaratıcı düşünerek çözüm aramaktadır. Tasarımda böyle işleyen yaratıcı süreçte sezginin, hayal gücünün ve analitik yetinin dengesi önemlidir.

Hatırnaz (2010)'a göre kişinin yaratıcılığı kavramlar, nesneler ve olgular hakkında düşünmesi ve düşünceler arası bağlantı kurmasıyla belirir. Yaratıcılık için bilgi birikiminin artırılması, hayal gücünden faydalanılması ve düşüncelerin değerlendirilerek uygulanabilir hale getirilmesi gerektiği söylenebilir (Hatırnaz, 2010).

Yaratıcı düşünme sürecinde daha önce ilişkilendirilmiş düşünceler arasında sürpriz bağlar kurularak yaratıcı anlayışa erişilir. Kombinasyonlar bağlanarak, fikir ya da düşünce denilen yeni bağlantılar yaratılır (Hatırnaz, 2010).

Yaratıcılık bilişsel aktivitelerden oluşan bir süreçtir. Yaratıcı düşünme sürecinin evrelerinden en yaygın ve kabul edileni Wallas'ın geliştirdiği dört evreli süreç modelidir (Wallas, 1926). Wallas geliştirdiği modelde bu dört evreyi; hazırlık, kuluçka, aydınlanma ve doğrulama evreleri olarak adlandırmıştır (Şekil 21).



Şekil 21. Wallas'ın dört aşamalı yaratıcılık süreci (Yazar tarafından şemalaştırılmıştır)

Yaratıcı sürecin ilk evresi olan hazırlık aşaması problemlere karşı bilinçli, mantıklı ve sistematik yaklaşma işlemlerini içerir (Doğan, 2005). Bu evrede; konu ile ilgili problem tanımlama ve veri toplama yapılır. Kişi bu evrede problemle ilgili olabildiğince çok faktör belirleyerek bunların bilgisini öğrenir. Ancak farklı alanlarla ilgili bilginin aşırı öğrenilmesi, kişinin problemden uzaklaşmasına da neden olabileceği için, bilgi öğrenme eylemi bilinçli şekilde gerçekleştirilmelidir.

Yaratıcı sürecin ikinci adımı olan kuluçka aşamasında birey kendini rahatlatır ve düşüncesini başka bir konuya odaklar (Doğan, 2005). Bu aşamada probleme dair verileri zihninde işlemiş olan birey bilinçli olarak problemden uzaklaşır. Fakat bilinçaltında problemle ilgili yeni ve yaratıcı görüşler gelişebilir. Kuluçka aşamasının ne kadar süreceği kişiye göre değişir ve çok kısa ya da çok uzun olabilir. Bu aşamada farkına varılmasa da bilinç ötesinde fikirler olgunlaşır.

Yaratıcı sürecin üçüncü adımı olan aydınlanma aşamasında bireyin zihninde problemle ilgili çözüm fikirleri belirginleşir (Doğan, 2005). Bu aşamaya geçiş, rahatlamış ve başka bir konuya yönelmiş zihnin, aradığı fikri bulması ile olur. Bu aşama genelde çok kısa sürer ve problemi çözecek gibi görünen bir fikrin aniden zihinde canlanması şeklinde gerçekleşir. Yani bilinçaltında veriler arasında ilişkiler kurulmuştur ama birey bunun farkında değildir. Bu aşamanın başarılı olması sürecin ilk adımı olan hazırlık aşamasında çok bilgi edinme ve düşünce üretmeye bağlıdır.

Bu aşamayı Artut (2004) şöyle tanımlamaktadır: Hazırlık aşamasında ekilen, kuluçka aşamasında fark edilmeden filizlenen yaratıcılığın aniden somut bir şekil aldığı

andır. Fakat verimli bir şekilde bilgi toplama ve değerlendirme süreci yaşanmadan buluş anı meydana gelmemektedir.

Bu aşamada bilinçli ve mantıklı düşünce ön plandadır, çözüm fikirleri test edilir, sorunlar çözülür ve eksikler giderilir (Doğan, 2005). Aydınlanma aşamasında bulunan tüm fikirler çözüm için analiz edilir. Değerlendirme, analitik yöntemlerle bilinçli bir çözüme varmak için yapılır. Probleme yeniden bakılarak, aydınlanma aşamasında gelişen fikirlerin, hazırlık aşamasında saptanan ihtiyaçları ne kadar karşıladığına bakılır.

Tasarımda yaratıcılığın bilgiye ve düşünceye dayanan bir süreç olduğu söylenebilir. Tasarımcı, yaratıcı düşünme sürecinde problemi belirledikten sonra yeni bilgiler edinirken, önceki bilgilerinden yararlanır. Sonra bu bilgi birikimini yeni bağlantılarla, yeni fikirler üretmeye yönelik birleştirir ve kavramlara varır. Daha sonra tasarımcı kavramlara dayanarak oluşturduğu çözüm seçeneklerini analitik bir şekilde ve görsel olarak düşünerek, nihai çözüme yani şekle ulaşır (Koçkan, 2012).

2.6.4. Tasarımcı Düşünme ve Biçimlendirme

Tasarımda biçim, tasarımcının düşüncesini ve yaklaşımlarını aktarma işlevi gören bir araçtır. Bu yüzden tasarımcı yaratıcı süreçte biçim vermek ve biçimle düşünmek zorundadır. Bir tasarımcı tasarım problemiyle karşılaştığında önce düşünerek fikir oluşturur, sonra bu fikrini çeşitli yöntemlerle somutlaştırarak biçim oluşturur. Fikir oluşturma ve somutlaştırma süreçleri birbirini izleyerek aşamalı olarak ilerliyormuş gibi tanımlansa da, aslında eş zamanlı olarak ilerler. Probleme ilişkin olarak oluşturulan ilk düşünceler, tasarımcının önceki deneyimleri ve zihnindeki imgelerin çağrışımları ile ortaya çıkar. Bu şekilde devam eden tasarımcı düşünme bir noktadan sonra bilinçli ve denetimli bir eyleme dönüşerek biçim aramalarına yönelir.

Biçim vererek düşünceyi zihinde somutlaştırma eylemi olan biçimlendirme, tasarımın yaratıcı sürecinde yaşanan önemli eylemlerden biridir. Fakat bu eylemi zihindeki yaratıcı sürecin bittiği ve artık belirli kurallara göre yürütülen bir etkinlik olarak görülmemesi gerekir. Çünkü biçimlendirme eyleminde nihai ürün ortaya çıkana kadar seçenek üretmeye devam edilmekte ve bu seçeneklerin oluşması için de tasarımcının yaratıcılığını kullanması gerekmektedir.

Koçkan (2012)'e göre biçimi oluşturan düşünce yapısı hem sözel hem görsel düşünmeyi kapsar. Sözel düşünme kavramlara, görsel düşünme ise imgelere dayalıdır. Bir tasarımcı fikrin ilk ortaya çıktığı andan itibaren, imgelem gücüyle bu fikirleri zihinde

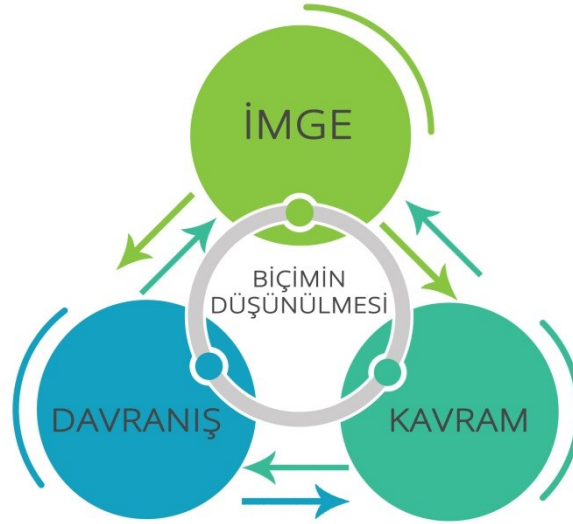
canlandırır ve geliştirir. Zihindeki bu canlandırmalar iki veya üç boyutlu ifadelerle gösterilir. Tasarımcı düşünmede biçimlendirme etkinliği, tasarımcının zihninde imgelem gücü ile başlayan, deneyimlerle birlikte kavramlara varan ve eylem süresince görsel düşünmeyi isteyen bir süreçtir (Koçkan, 2012).



Şekil 22. Biçimi oluşturan düşünce yapısı (Koçkan, 2012’den alınarak yazar tarafından şemalaştırılmıştır).

2.6.5. Biçimin Düşünülmesi

Bir biçimi oluşturmak için tasarımcının tasarım problemine ilişkin, biçimi şekillendirebilecek bir zihinsel birikime ihtiyacı vardır. Biçimlendirme eylemi deneyimlere ve bilişe dayanan tasarımcı düşünme yollarıyla yönlendirilebilir. Biçimin düşünülmesi, zihinde canlandırılan imgelerle başlayan, tasarımcının bunları deneyimleriyle birleştirerek fikirlere ulaştığı ve bu fikirleri somutlaştırdığı süreçteki zihinsel eylemleri kapsar. Tasarlama biçimin düşünülmesi, imgelere, davranışlara ve kavramlara dayanan bir görsel düşünme eylemidir. Bu eylemler ardışık ve eş zamanlı olarak ilerleyerek tasarım sürecinin zihinsel temelini oluşturur.



Şekil 23. Biçimin düşünülmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

2.6.6. İmgelerle Düşünme

Görsel düşünme, zihinde canlandırılan imgeler ile düşünme sürecidir. San (1979)'e göre imgesel düşünmede, düşünme eylemi imgeler yoluyla gerçekleştirilir. Bilgi edinme aracı imgelerdir. İmgesel düşünme ile kişi anlama ve sonuca ulaşır (Akt. Yakın, 2012).

Tasarımcı bir tasarım problemine çözüm ararken, zihinde canlanan bir görüntü ile biçimi düşünmeye başlar. Bu canlanan imgeler, tasarım süreci süresince biçime yön verir (Koçkan, 2012). İmgelerle düşünme kişinin ortaya çıkacak görüntüyü aklında canlandırıp algılamasını ve yaşamasını sağlar. Böylece nihai biçim daha somutlaşmadan önce kişinin zihninde oluşmuş olur (Yakın, 2012).

Öte yandan tasarımcı, tasarlama problemine önceki deneyimlerinin imgeleriyle başladığında bazen imgelerin sınırlarından kurtulamamakta dolayısıyla yaratıcı düşünememektedir (Turuthan, 1987). Biçimin bu şekilde düşünülmesi, aslında biçimi önceden oluşturan ve ona doğru gitmeye çalışan yani tüme varan bir sürece yol açmaktadır.

İmgelerle düşünme tasarım sürecinin önemli bir aşamasıdır. Fakat tasarımcı sadece imgelere yoğunlaştığında bireysellikten uzaklaşmadığı için imgeleri nesnel sonuçlara ulaştırmada tek başına yeterli olamamaktadır (Koçkan, 2012). Bu yüzden imgelerin sınıflandırılması ve diğer düşünme yaklaşımlarıyla birlikte ele alınması gerekmektedir.

2.6.7. Davranışlarla Düşünme

Davranışlara dayalı düşünme, geçmişte gerçekleştirilen ya da halen devam eden eylemler yoluyla düşünmeyi içermektedir. Tasarımcı bazen bir problemi çözecek biçimi, daha önce benzer biçimi oluştururken yaptığı davranışları anımsayarak ya da tasarım problemiyle ilgili olası davranışlardan hareket ederek düşünmektedir. Başka bir ifadeyle davranışlarla düşünmenin bilgisini deneyimler sağlamaktadır (Koçkan, 2012).

Tasarım problemine çözüm arayan tasarımcı, sadece kendi geçmiş çalışmalarından değil, aynı zamanda deneyimlerine dayanan genel kurallardan da faydalanır. Yani tasarım yaparken, mesela bir mekânı biçimlendirirken o mekânın kullanılma şekillerini de göz önünde bulundurur. Böylelikle tasarladığı mekânın işlevsel olmasını sağlar.

Örnek vermek gerekirse tasarımcı, bir mutfak mekânını tasarlarken, hem mekânın işlevsel hem de estetik olmasını amaçlar. Bu nedenle, tezgâhın yerleşimi, depolama ünitelerinin boyutu ve şekli, donanım ve tesisatların uyumu gibi unsurları dikkatlice seçer. Ayrıca, kullanıcıların mutfakta ne kadar zaman geçirdikleri, nasıl yemek yaptıkları, hangi malzemeleri kullandıkları gibi davranış ve gereksinimlerini de göz önünde bulundurur. Böylece, tasarladığı mutfak mekânı hem kullanıcıların ihtiyaçlarına hem de tasarım ilkelerine uygun olur.

Tasarım problemleri sabit değildir ve aynı çözümler her zaman işe yaramayabilir veya tasarımcıyı yaratıcılıktan uzaklaştırabilir (Koçkan, 2012). Bu yüzden işlevsel çözümler bulmaya yardımcı olsa bile, yaratıcı düşünme ve biçimlendirmedeki özgünlüğü fonksiyonla sınırlayan tek başına yeterli değildir. Benzer problemlere farklı çözüm alternatifleri üretebilmek için diğer düşünme yollarıyla birlikte kullanılmalı ve desteklenmelidir.

2.6.8. Kavramlarla Düşünme

Tasarım sürecinde kavramın işlevi tasarıma yön vermek ve tasarımcıya tasarım problemini tanımlama ve sınırlama konusunda yardımcı olmaktır (Turan, 2003). Bu şekilde kavram, üretken süreçleri başlatan bir tetikleyici rolü oynamaktadır.

Tasarım sürecinde imgelem ve kavram, tasarımcının sahip olması gereken verilerdir. Tasarımcı bilgi ve deneyimlerini kullanarak tasarım öncesi yapıyı oluşturur ve bir kavram geliştirir (Turan, 2003). Tasarlayan kişi görsel düşünerek imgelemi kavramlarla zihninde sınıflandırır ve resmeder (Turuthan, 1987). Kavramsal düşünme

tasarımcının yeni olanı en net şekilde gösterdiği andır. Tasarım problemi tanımlandıktan sonra, kişi deneyimlerini ve imgelerini bilinçli olarak hatırlar. Bu aşamada bilgiler henüz işlenmemiştir. Ancak kavramsallaştırma ile bu bilgiler yeni biçimlerle sunulur (Koçkan, 2012).

Kavramlar, tasarımcının zihninde görsel temsillerle oluşan bir başlangıç noktasıdır. Biçimlendirme eğilimleri imgesel kavramlardan kaynaklanır ve somut kavramların zihnindeki görüntüsü ile devam eder. Somut kavramlar çizimler veya modellerle sunulur ve tasarımcının zihnindeki imgeye yakın bir biçim alır.

Kişi kavramı görselleştirirken, kavramın kendine somut veya duygusal olarak ne ifade ettiğini biçimlendirmeye çalışır. Bu yüzden kavrama dayalı biçimlendirme yaklaşımı öznel bir süreçtir. Somut kavramlar farklı tasarımcılar için benzer biçimler oluşturabilirken, soyut kavramlar farklı tasarımcılar için çok farklı biçimler oluşturabilir.

Kavramların somut özellikleri fiziksel özelliklerden, soyut özellikleri ise anlamlardan oluşur. Tasarımcı biçimi kavramlarla düşünürken hem biçimsel (sentaktik) hem de anlamsal (semantik) özelliklerini kullanır.

2.7. Biçimlendirme Yaklaşımları

Broadbent (1973) biçimin oluşumunu pragmatik, analogik, ikonik ve kanonik biçimlendirme yaklaşımlarıyla açıklar. Broadbent bu yaklaşımları tasarımcının zihinsel işlemleri ve algısıyla bağdaştırır, düşünme yapısı ve teknikleriyle ilişkilendirir (Turuthan, 1987).



Şekil 24. Biçimlendirme yaklaşımları (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

2.7.1. Pragmatik Yaklaşım

Kancıoğlu (2006) pragmatik yaklaşımı, var olan malzemelerle deneme-yanılma yaparak en iyi biçime ulaşan ve neden-sonuç ilişkisine dayanan bir biçimlendirme yöntemi olarak tanımlar (Kancıoğlu, 2006).

Pragmatik yaklaşımlar yaygın olsa da, yaratıcılık yönü çok fazla dikkate alınmamıştır. Çünkü amaç, denenmiş ve kabul görmüş biçimleri yinelemektir. Yani pragmatik yaklaşımlarda geleneksel malzeme, teknoloji, teknik yöntem ve strüktürel tipoloji işlevsel özellikleriyle belirleyici olmuştur (Turuthan, 1987).

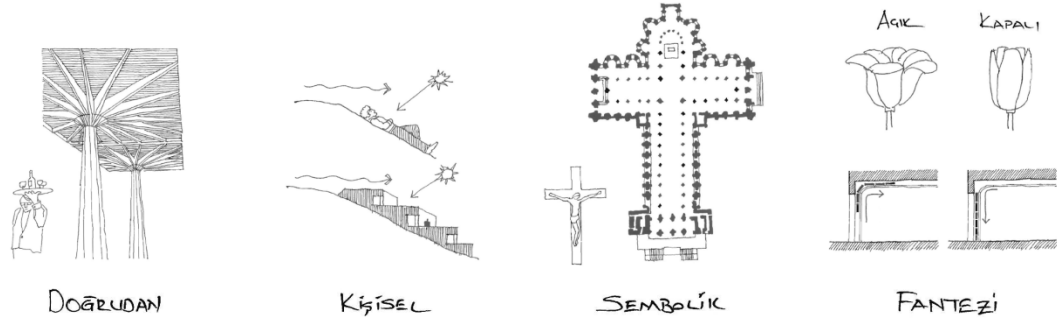
Pragmatik yaklaşım, tasarım sürecinde işlevsellik ve pratiklik ön plandadır. Bu yaklaşımda, tasarımcılar, tasarımın amacına ve işlevlerine uygun olarak en pratik ve işlevsel çözümleri ararlar. Pragmatik yaklaşımın kullanımı, tasarım sürecindeki pratik sorunlara çözüm bulma ve tasarımda maksimum işlevselliği sağlama amaçlıdır. Bu yaklaşım, tasarım sürecinde zaman ve kaynak kullanımını etkinleştirir ve tasarımda pratiklik ve kullanılabilirlik açısından daha iyi sonuçlar verir. Örneğin, bir ürün tasarımında, pragmatik yaklaşım, tasarımın amacına ve hedef kitleye uygun en pratik ve işlevsel çözümleri bulmaya yöneliktir. Tasarım sürecinde, işlevsellik, malzeme seçimi, imalat süreci ve maliyetler gibi faktörler önemlidir.

2.7.2. Analogik Yaklaşım

Analogik yaklaşım, benzetme süreçleriyle mimari biçimlerin oluşturulduğu bir yaklaşımdır (Kancıoğlu, 2006). Turuthan (1987) bu yaklaşımı benzetme tekniğiyle biçimlendirme olarak tanımlar. Bu yaklaşımda somut ve soyut araçlarla düşünülür ve yeni biçimler bunlarla yapılan benzetmelerle sunulur (Turuthan, 1987).

Analogik yaklaşımlar tasarımcının tanımlanmamış tasarım problemlerini daha tanıdık olanlarla çözmeye çalışmasıdır. Çünkü benzetmelerle bilinmeyen, bilinenlerin benzer yönleriyle daha kolay açıklanır.

Gordon analogileri doğrudan, kişisel, sembolik ve fantezi analogileri olarak dört gruba ayırmıştır (Laseau, 1937, s.145). Bu sınıflandırmalara göre tasarımcı yeni biçimler oluştururken var olan biçimleri kullanır ve biçimler arasında paralellikler kurar, kendisi ile problemi özdeşleştirir, biçimin sembollerini kullanır ya da ilgisiz bir nesnenin özelliklerini tasarıma aktarır.



Şekil 25. Gordon'un analoji çeşitleri (Lessau, 1937)

2.7.3. İkonik Yaklaşım

Tipoloji, bir biçim, olgu ya da bir süreci ayırıcı özelliklerine göre bir kalıp içinde biçimlendirme şeklidir (Bingöl, 2007). Tipolojik yaklaşımda, iklimsel, kültürel ve toplumsal etkenlerle şekillenen geleneksel veya yöresel çevreler, tasarımcının biçimlendirme etkinliğine imaj kaynağı sağlar (Kancıoğlu, 2006).

Tipolojik yaklaşım, bilinen, tanıdık ve kalıplaşmış formların yeni problemlere de uygulanması şeklidir (Koçkan, 2012). Bu yaklaşım, geçmişten gelen ve genel olarak kabul gören biçim dili veya özellikleri tekrarlamaya dayanır.

Tipoloji için analitik tipoloji ve üretken tipoloji olmak üzere iki tür vardır (Bingöl, 2007). Analitik tipoloji biçimi oluşturan öğeleri tanımaya dayalı bir çözümlemedir. Üretken tipolojiler ise yeni tipler önerme ve bu tiplerle tasarlama şeklindedir ve yeni ölçütler üreten bir yöntem arar (Yücel, 1981).

Tipolojik yaklaşımın ilk örnekleri, bir dönemin üslubunu yapılarla keşfedip yeni yapılarla yineleyen mekan tasarımlarıdır. Günümüzde ise mekan tasarımlarında tipoloji kavramının temelini tip kavramı oluşturur. Sadece geçmişteki bir biçimi tekrarlamak değil, bir tipi dönüştürüp türetmek, arketip denilen ilk somut tipi oluşturmak ve bu somut tipin biçim dilini bütüne yaymak da tipolojik yaklaşımdır. Bu bağlamda Bingöl (2007), tipoloji kavramını tip kavramından ayrı düşünmemek ve tipolojik incelemeleri tipten yola çıkarak yapmak gerektiğini söyler. Bingöl ayrıca modelle tip kavramının farklı olduğunu da vurgular. Tip terimi bir şeyin imgesi değil, bir model için bir kural, nesnenin kökenidir (Koçkan, 2012).

2.7.4. Kanonik Yaklaşım

Mimari biçimlerin belirli ızgara, ölçü ve oranlar kullanılarak oluşturulduğu bir yaklaşım olarak tanımlanabilir (Kancıoğlu, 2006). Koçkan (2012) ise kanonik yaklaşımın biçimi mantık ve geometri ile düzenleme eğilimi olduğunu belirtmektedir. Bu yaklaşım, tasarımcının soyut bir kavramı başka bir şeye benzemeyen yeni bir biçimde ifade etmek istediği durumlarda kullanılmaktadır (Koçkan, 2012).

Tasarım problemlerine standart bir çözüm yöntemi sunan kanonik yaklaşım, problemleri belirli bir formüle göre değerlendirir ve bu formüle uygun olarak çözüm seçenekleri sunar.

Tasarım problemlerine standart bir çözüm yöntemi uygulayarak zaman ve maliyetten tasarruf eden kanonik yaklaşım, problemleri daha iyi kavramaya ve tasarımı daha sistematik bir biçimde yürütmeye imkan verir.

Kanonik yaklaşımın tasarım sürecindeki dezavantajı, yaratıcılık ve özgünlük potansiyelini azaltabileceği ve farklı, yenilikçi çözüm seçeneklerinin ortaya çıkmasını engelleyebileceğidir. Bu sebeple, tasarım sürecinde kanonik yaklaşım kullanılırken, tasarımcının özgür düşüncelerine özgünlük ve yaratıcılık açısından sınırlama getirilmemesi önemlidir.

2.8. Yenilikçi Tasarım Yaklaşımları

Tasarım, çağdaş dünyada sadece estetik kaygılarla sınırlı olmayan, aynı zamanda işlevsellik, kullanıcı deneyimi, sürdürülebilirlik ve teknoloji gibi pek çok faktörü içeren geniş kapsamlı bir disiplindir. Yenilikçi tasarım yaklaşımları, bu çok boyutlu zeminde sürekli olarak evrilen ve gelişen bir araştırma alanını temsil eder. Bu yaklaşımlar, geleneksel tasarım paradigmasını aşarak, teknolojik ilerlemeleri, çevresel etkileri, kültürel ve toplumsal değişimleri göz önünde bulundurarak tasarım süreçlerini şekillendirir. Ayrıca, kullanıcı odaklı tasarım prensipleriyle birleşerek, insan ihtiyaçlarına duyarlı çözümler üretmeyi amaçlar. Bu bağlamda, yenilikçi tasarım yaklaşımları, tasarım disiplinlerinin gelecekteki yönünü belirlemede önemli bir rol oynamaktadır.

20. yüzyılın sonları ve 21. Yüzyılın başlarından itibaren dijital dünyanın gelişmesi ile birlikte tasarım dünyasında da paralel gelişmelerin yaşandığı bilinmektedir. Hesaplamalı tasarım teriminin ortaya çıkması ve yaygınlaşması ile birlikte dijital tasarım araçları geleneksel tasarım metodlarına oranla daha yaygın şekilde kullanılmaya başlamıştır. ortaya çıkan hesaplamalı tasarım araçları parametrik tasarım, üretken tasarım

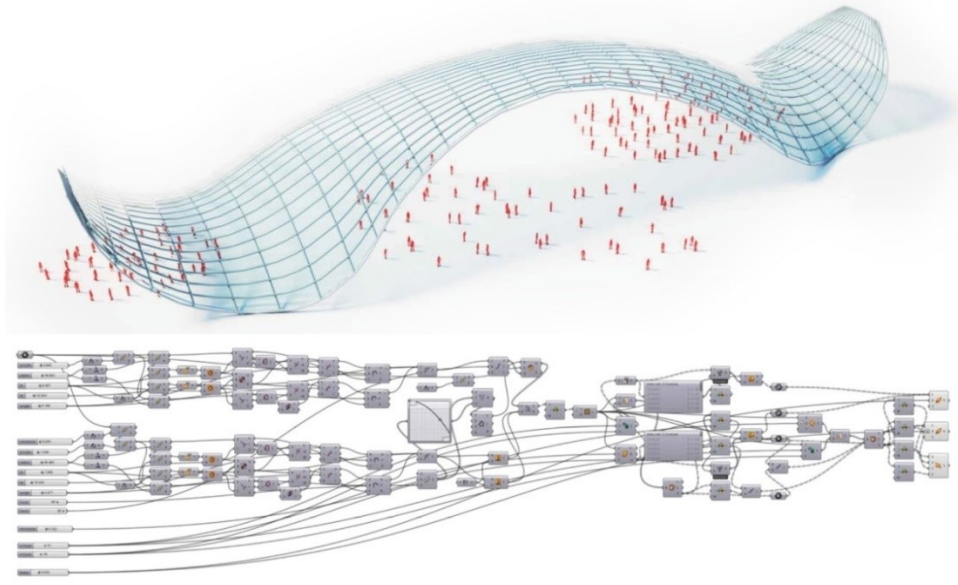
gibi yeni yaklaşımların ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Özellikle 2019 yılından itibaren popülerliği artan yapay zeka ve yapay zeka tasarım araçları da tasarım dünyasında yenilikçi yaklaşımlar arasında sayılabilir. Benzer şekilde 21. Yüzyılda tekrar önem kazanan biyomimetik tasarım gibi doğa temelli yaklaşımlar da bilgisayar teknolojilerinin getirdiği imkanlar ile daha kolay işlenebilir, uygulanabilir ve kullanılabilir hale gelmiştir.

2.8.1. Parametrik tasarım

Parametrik tasarım, tasarım sürecinin bir parçası olarak belirlenen parametrelerin ve bu parametreler arasındaki ilişkilerin bilgisayar destekli tasarım araçları kullanılarak modellenmesini ifade eden bir tasarım yöntemidir. Bu yaklaşım, tasarımcılara belirli bir tasarım problemine çözüm bulma esnekliği ve hızlı iteratif süreçler sağlamaktadır. Parametrik tasarımın temel amacı, belirli bir tasarımın değişik parametre değerleri altında nasıl evrileceğini anlamak ve bu değişikliklerin tasarımın genel performansına etkilerini değerlendirmektir.

Tasarım sürecindeki parametreler, genellikle tasarımın kritik unsurları olan özellikleri temsil eder. Örneğin, mimari tasarımda bu parametreler, bina malzemeleri, enerji verimliliği, kullanılabilir alan ve estetik özellikler gibi unsurları içerebilir. Parametrik tasarımın önemli bir özelliği, bu parametrelerde yapılan değişikliklerin anında tasarım modelini güncelleyerek tasarımın hızlı bir şekilde revize edilebilmesine olanak tanımasıdır.

Bilgisayar destekli tasarım araçları, parametrik tasarımın uygulanmasında kilit bir rol oynar. Bu araçlar, tasarım sürecini dijital ortamda modelleme ve simülasyon yapma imkanı sağlar. Tasarımcılar, belirli parametre değerlerindeki değişikliklerin tasarımın genel performansına nasıl etki ettiğini gözlemleyerek tasarımın iyileştirilmesine odaklanabilirler. Bir 3D modelleme yazılımı olan Rhinoceros ve Grasshopper eklentisi parametrik tasarım için algoritma ve kod hazırlamaya olanak tanımaktadır. Söz konusu yazılım parametrik tasarım alanında en yaygın olanıdır.



Şekil 26. Parametrik tasarım ve kod örneği (Rhinceros ve Grasshopper eklentisi)

Kaynak: https://parametric-architecture.com/wpcontent/uploads/2022/09/Grasshopper_pluings_cantu-arch.jpg Adresinden 12.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Parametrik tasarım, mimari, mühendislik, endüstriyel tasarım ve diğer disiplinlerde yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yöntem, tasarım sürecini daha bilinçli ve etkili bir hale getirerek tasarımcılara daha fazla esneklik ve uyarlanabilirlik sağlar. Ayrıca, parametrik tasarım, tasarım kararlarının optimize edilmesine olanak tanıyarak tasarımın belirli hedeflere daha iyi uygun hale getirilmesine yardımcı olur.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte sayısal tasarım araçlarının yaygınlaşması, tasarım alanlarında yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Hesaplamalı tasarım, fraktal tasarım, konveksiyonel tasarım ve parametrik tasarım gibi kavramlar, bu sayısal araçların etkisiyle gelişmiştir. Özellikle parametrik tasarım, tasarımda ilişkisel düşünmeye dayalı bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Parametrik tasarım, mevcut değişkenlerin birbirinin varyasyonu ile model oluşturan bir yaklaşımı ifade eder. Bu yaklaşım, tasarım sürecinde kullanılan parametrelerin ve bu parametreler arasındaki ilişkilerin algoritmik olarak tanımlanmasını içerir. Bu, tasarım süreci üzerinde kontrol sağlayarak karmaşık görünen biçimlerin kontrol edilebilir olmasına ve tasarımda bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesine olanak tanır. Parametrik tasarım, daha karmaşık formların tasarlanabilir hale gelmesini sağlar ve basit biçimler yerine kontrol edilebilir değişken eğrilerin kullanılmasına imkan verir (Oktan, 2017).



Şekil 27. Parametrik tasarım örneği

Kaynak: https://blog.cindrebay.com/wp-content/uploads/2022/06/img_62a98adcaffec.jpg Adresinden 12.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Bu tasarım yaklaşımının öncülerinden biri olan Zaha Hadid Mimarlık ofisinin ortaklarından Patrik Schumacher, 2008 yılında parametrisizm manifestosunu ortaya koymuştur. Schumacher, manifestosunda parametrik tasarım yaklaşımına uyulması veya kaçınılması gereken bazı ilkeleri belirlemiştir.

Bu bağlamda kabuller olarak; tasarımda Eklemlenme, Melezleştirme, Biçim Değiştirme, Yerinden Koparma, Deforme Etme, Aynı Birimin Değişerek Tekrarlanması, Nurbs Kullanımı, Eğrisel Çizgi Kullanımı, Kod Kullanımı, Tüm Formların Parametrik Anlamda İşlenmiş Olması, Çeşitli Oranlarda ve Derecede Farklılaşmış Olması, Sistematik Olarak Kıvırmak ve İlişkilendirmek olarak ifade edilir.

Buna bağlı olarak redler (tabular) ise alışıldık tipolojiler, platonik (katı) biçimler, keskin hatlar, aynı birimin tekrarlanması, düz çizgiler, dik açılar ve köşeler, ilişkisizlik olarak belirlenmiştir (Schumacher, 2008).

Schumacher'in manifestosundaki kabuller tasarımda işlevin eylemle çeşitlenmesine ve işlevin kullanıcı ve tasarım ilişkisi ile ortaya çıkabilecek tüm davranışlara cevap verebilmesine odaklanırken, redler işleve cevap verebilme, tanımlanmış işlev alanları gibi belirli amaçlara bağlı olarak açıklanmıştır. Bu değerlendirme sonucunda parametrik tasarım yaklaşımında esnek alanların önemli olduğu, tasarımın farklı işlev ve fonksiyonlara olanak sağlayabileceği biçimde düzenlenmesi ve tasarlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Schumacher, 2008; Oktan, 2017).

2.8.2. Yapay Zeka

Alan Turing'in 1950 yılında yayınladığı "Hesaplama Makineleri ve Zeka" adlı makalesi ile yapay zekanın temellerinin atıldığı kabul edilmektedir. Turing ve Babbage gibi matematikçilerin hesaplama ve zeka birlikteliği ile ilgili çalışmaları 1930'lu yıllara kadar uzanmaktadır. Fakat yapay zeka terimi ilk olarak 1956 yılında düzenlenen Dartmouth konferansında ortaya çıkmıştır. J. McCarthy, M. Minsky, C. Shannon, A. Newell ve H. Simon zeka ile donatılmış bilgisayar programlarının gerçekleştirme olasılığını araştırınayı önermişlerdir. Bu şekilde ortaya atılan Artificial Intelligence (Yapay Zeka) terimi birçok oluşumun ve araştırmacının karşı çıkmasına rağmen günümüze kadar gelişerek ulaşmıştır.

Günümüzde birçok kişinin herhangi bir şekilde bilinçli olarak kullandığı veya kullandığı cihazlar vasıtası ile fayda sağladığı bir olgudur. Toplumun neredeyse her kesiminden insanın bir şekilde yüz yüze geldiği Yapay Zeka (YZ) terimi oldukça tartışmalı karışıklıklara ve yanlış yorumlamalara da sahiptir. Zeka kavramının kendisinin oldukça karmaşık ve göreceli olması düşünüldüğünde YZ'nin bilimsel yönteminin ne olduğunu tanımlamak kolay olmamaktadır.

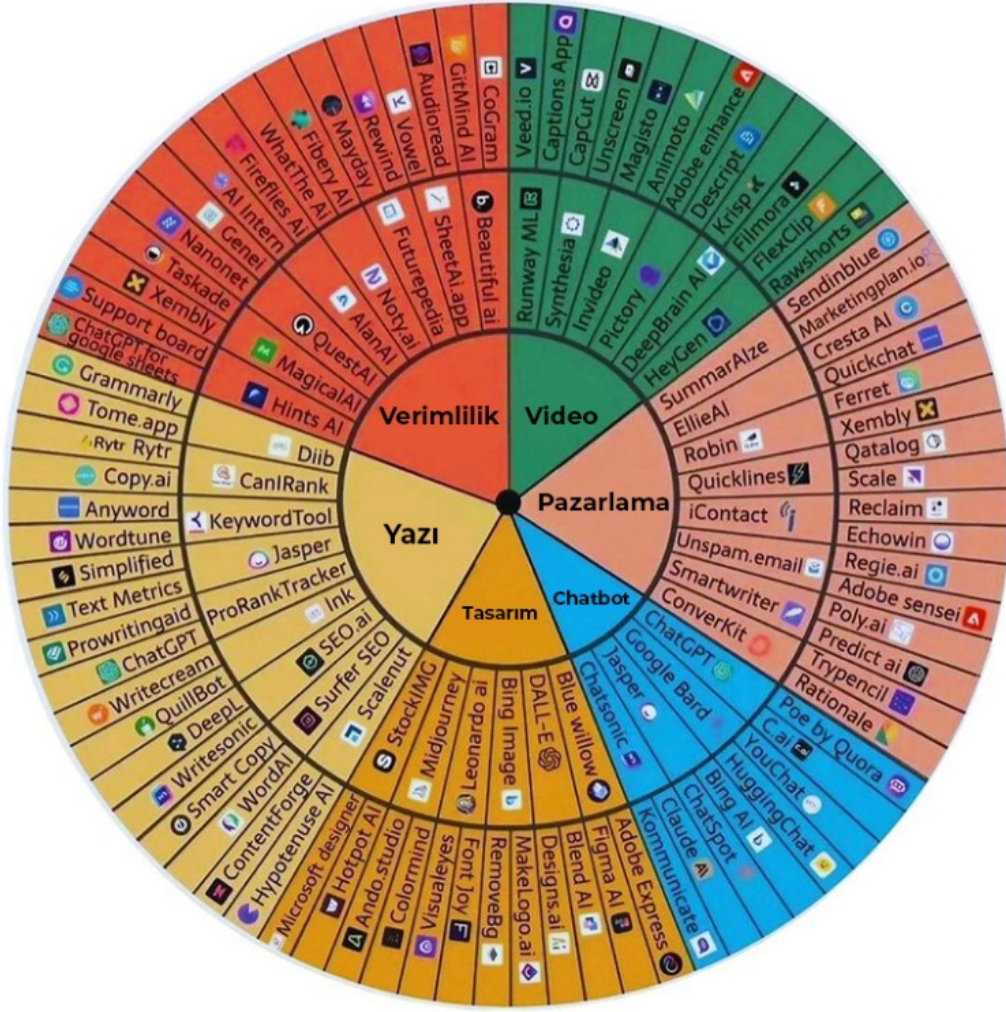
YZ birbirini tamamlayan iki farklı bakış açısına göre ele alınmaktadır. Bu yaklaşımlardan ilki; bilgisayarın bir model veya teoriyi test etmek için oluşturma aracı olarak kullanıldığı, zekanın çalışma biçimlerinin incelenmesini kapsar; bu bakış açısı zekayı tanımaya ve kullanmaya dair bir tür yöntem ortaya koymaktadır. Daha pragmatik olan ikinci yaklaşımda bilgisayarı insan zekasına benzer kapasitelerle donatma ile ilgilidir. İnsanın sahip olduğu görme, işitme (algılama), düşünme, karar verme gibi becerileri yapay ortamda oluşturma düşüncesini kapsamaktadır. Daha genel geçer olan ve YZ'nin mantığını daha iyi karşılayan söz konusu ikinci yaklaşımdır. (Haton & Haton, 1989, s:7)



Şekil 28. Yapay Zeka Zaman Çizelgesi

Kaynak: https://turkiye.ai/wp-content/uploads/2021/01/Timeline_infografik-2021-1.jpg
Adresinden 13.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Şekil 28’de yer alan infografikte yapay zekanın 2021 yılına kadar olan tarihi verilmiştir. 2020 yılında bir chatbot olan GPT’nin ve 2021 yılın Dall-e adlı görsel oluşturucu algoritmanın ortaya çıkışı ile yapay zeka alanındaki atılımlar üst seviyelere ulaşmış ve bu iki yapay zeka aracının sayısız varyasyonunun ortaya çıkmasına alan oluşturmuştur. 2020 ile 2023 yılları arasında ortaya çıkan yapay zeka uygulamalarının sayısı tam olarak bilinmemekle birlikte her geçen gün sayılarının arttığı bilinmektedir. Yapay zekanın tarihi ilerleyişine bakıldığında son birkaç yıldaki atılımı çok daha büyük orandadır. Bu alanda ilerleyiş için ilk uygun ortam 1943 yılında bilgisayarın ortaya çıkmış olmasıdır. Bu şekilde insan makine etkileşimi bir üst seviyeye ilerlemiş ve durmaksızın devam etmiştir. Bilgisayarın icadından önceki varsayım yada ortaya atılan teoriler bilim kurgu olarak ele alınmış fakat daha sonra yapılan çalışmalara örnek olmuşlardır.



Şekil 29. Yapay Zekâ Araçlarından Örnekler

Kaynak: <https://www.scribd.com/document/662428182/120-Mind-Blowing-AI-tools>
Adresinden 13.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Şekil 29'daki yapay zeka örnekleri günümüz itibarı ile en iyi bilinen ve aktif kullanılan örnekleri ve hangi alanlarda kullanıldıklarını göstermektedir. Tasarım alanı ile ilgili olan yapay zeka araçlarının etkisi ile YZ yenilikçi bir tasarım yaklaşımı olarak ele alınmaktadır. Bu konuda kabuller, eleştiriler ve redler şeklinde birçok farklı görüş bulunmasına rağmen YZ sanat ve tasarım alanında ilerlemesini ve gelişmesini sürdürmektedir. YZ tasarım alanında yardımcı bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. YZ tasarım araçları/uygulamaları basitçe; tasarımcının ve/veya herhangi bir YZ tasarım aracını kullanan kişinin uygulamaya yapacağı tasarımı tarif etmesi ve ilgili YZ aracının bu tasarımı üretmesi üzerine kurulu bir sistem ile çalışmaktadır.



Şekil 30. Yapay Zekâ ile oluşturulmuş bir oturma elemanı (LeonardoAI)

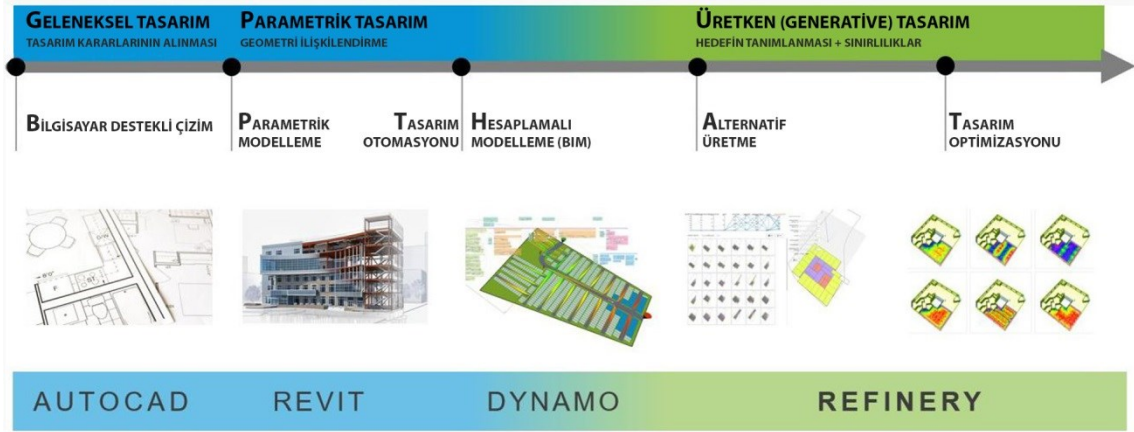
Şekil 30’da LeonardoAI aracı ile oluşturulan bir çeşit biyomimetik oturma elemanı tasarımı yer almaktadır. Birçok YZ aracında olduğu gibi bu araçta da tarif etme veya YZ terminolojisinde “prompt” olarak adlandırılan tarif etme sistemi ile yapılacak tasarımın ana hatları ifade edilmekte ve ilgili araç farklı tasarım alternatifleri sunmaktadır. Örnek olarak Şekil 30’un prompt’u;

“A seating furniture designed with biomimetic principles. You can take mushrooms and sharks as examples. Let there be people sitting on it this furniture.”
(Biyomimetik prensipler ile tasarlanmış bir oturma elemanı. Mantarları ve köpek balıklarını örnek alabilirsin. Üzerinde oturan insanlar da olsun.) Şeklindedir.

Tasarım dünyasında her ne kadar tam olarak kabul görmemiş olsa da YZ araçlarının varlığı göz ardı edilemez. Tasarımcıya ve ilgili tasarım disiplininin diğer oyuncularına sağlayabileceği kolaylıklar düşünüldüğünde de yenilikçi bir tasarım yaklaşımı olarak ele alınabilir. Ayrıca özellikle mekan tasarımı alanında kullanılan birçok yazılımın içerisine çoktan entegre olmuş YZ araçları tasarımcılar tarafından kullanılmaktadır. Örneğin bir önceki bölümde sözü edilen “parametrik tasarım” araçlarının birçoğu yapay zeka desteği sunmaktadır

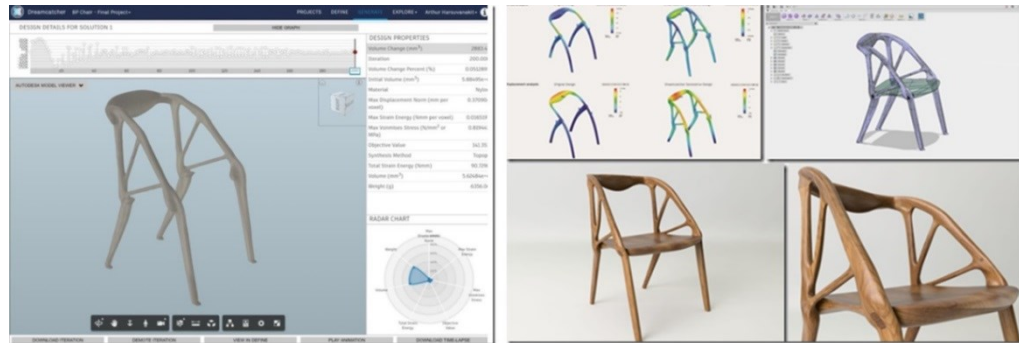
2.8.3. Üretken Tasarım

Basitçe parametrik tasarım ve yapay zekânın birleşiminden oluşan bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Üretken tasarım (generative design), tasarım süreçlerini doğanın evrimsel gelişimine benzeterek şekillendiren ve bu bağlamda doğal sistemleri taklit eden bir tasarım yaklaşımıdır. Bu yöntem, yapay zeka ile insan aklının tasarım alanındaki işbirliğini ifade eder. Bu yönü ile biyomimetik tasarım yaklaşımı ile de benzerlik göstermektedir.



Şekil 31. Geleneksel, Hesaplamalı ve Üretken Tasarım yazılımlarına örnekler.

Üretken tasarım kavramı bir tasarım araştırma sürecini ifade etmektedir. Tasarımcılar veya mühendisler, tasarım hedeflerini, performans veya mekansal gereksinimleri, malzemeleri, üretim yöntemlerini ve maliyet kısıtlamalarını içeren parametreleri ilgili tasarım yazılımlarına tanımlarlar. Yazılım, tasarım sürecindeki tüm olası kombinasyonları araştırarak, hızlıca çeşitli tasarım alternatifleri oluşturur. Bu süreçte, her bir alternatifin etkilerini test eder ve öğrenir. Her iterasyonda, hangi çözümlerin işe yarayıp yaramadığını değerlendirir. Bu şekilde, tasarım sürecini optimize etmek ve en iyi çözümü bulmak için sürekli bir öğrenme ve iyileştirme döngüsü oluşturulmuş olur (Autodesk, 2023).



Şekil 32. Üretken Tasarım Aracının Tasarımı Optimize Etmesi ve Alternatifler Üretmesi

Kaynak: https://autodesk.blogs.com/between_the_lines/2018/08/generative-design-makes-a-great-design-assistant.html Adresinden 13.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Üretken tasarım YZ desteği ile çalışan bir yaklaşımdır. YZ tasarım araçlarında olduğu gibi üretken tasarım yazılımına da istenilen tasarımın parametreleri tarif edilebilir yada sayısal değerler olarak girilebilir. Sürecin devamı yazılım tarafından yürütülerek en

uygun değerlere sahip tasarım alternatifi sonuç ürün olarak sunulur. Devamındaki süreçte revizyonlar istenilebilir, üretim, malzeme gibi değişkenler üzerinde oynama yapılabilir yada en uygun seçenekler belirlenebilir. Bu şekilde tamamı ile optimize edilmiş, üretim sürecinin ve malzemenin bilindiği hataların tasarım sürecinde giderildiği, zaman ve kaynaklardan tasarruf edilmiş bir tasarım ortaya çıkmış olmaktadır.

2.8.4. Doğa Temelli Yaklaşımlar

Doğa temelli tasarım yaklaşımları, biyolojik sistemlerin ve doğadaki organizmaların özelliklerinden esinlenerek tasarım süreçlerine uygulanan bir yaklaşımı ifade eder. Bu yaklaşım, doğanın karmaşıklığından ve etkili çözümlerinden ilham alarak, tasarımın daha sürdürülebilir, verimli ve uyumlu olmasını amaçlamaktadır.

Doğa temelli yaklaşımların en bilinenlerinden biri biyolojik organizmaların yapılarından, işlevlerinden ve süreçlerinden esinlenerek tasarım yapma anlayışını içeren biyomimetiktir. Bu yaklaşım, özellikle malzeme mühendisliği, mimari ve robotik gibi alanlarda doğadan alınan ilhamı kullanarak daha etkili ve dayanıklı çözümler üretmeyi amaçlar (Vincent, Bogatyrev, & Bogatyreva, 2006). Bu yaklaşım bölüm 3 te detaylı olarak ele alınmıştır.

Diğer bir doğa temelli yaklaşım da doğadaki organizmaların form ve yapılarından öğrenerek, tasarım sürecinde benzer morfolojik özellikleri kullanma anlamına gelen biyomorfik tasarımıdır. Bu yaklaşım, özellikle mimarlıkta organik formların oluşturulmasında ve malzeme optimizasyonunda kullanılmaktadır (Thompson, 2007).

Evrimsel süreçlerin ve genetik algoritmaların tasarım sürecinde uygulanmasını ifade eden evrim temelli tasarım bir diğer doğa esinli tasarım yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, doğadaki evrimsel stratejileri taklit ederek, tasarımın zaman içinde nasıl gelişebileceğini ve optimize edilebileceğini araştırır (Bentley, 1999).

Tasarım alanında özellikle de mimari tasarım disiplinde genetik algoritma kullanımı, evrimsel hesaplama ve yapay zeka tekniklerini içeren bir yaklaşımı ifade eder. Genetik algoritmalar, biyolojik evrimin temel prensiplerini taklit ederek, potansiyel çözümlerin evrimleşmesine ve optimize edilmesine olanak tanıyan bir optimizasyon yöntemidir. Mimarlıkta genetik algoritmalar genellikle tasarım problemlerini çözmek, form üretmek, planlama yapmak ve diğer mimari süreçlerde kullanılmak üzere kullanılmaktadır. Canlı genetikleri ait oldukları canlının yaşam döngüsü içerisinde edindiği bilgi, beceri, tecrübe gibi kilit özelliklerinin nesilden nesile taşınması ile

süregelen bir veri birikimini barındırır. Benzer şekilde tasarım dünyasında da bilgi birikerek ve gelişerek sonraki kuşaklara aktarılmaktadır. Bu noktada genetik algoritmaların kavramsal olarak tasarıma aktarılması, bilgilerin depolanması yolu ile kütüphaneler oluşturulması ve bu şekilde sonraki nesillere sağlıklı bilgilerin aktarılması da ancak algoritma düzenleri ile mümkün olacaktır (Rust, 2007).

Daha geniş çaplı doğa taklidini içeren bir yaklaşım da adaptasyon ve ekosistem tasarımıdır. Ekosistemlerin dinamik yapısından esinlenerek, tasarım projelerinde çevresel etkileşim ve uyumlu kullanımı öne çıkarmayı hedefleyen bir düşünce yapısını ifade eden bu yaklaşım, sürdürülebilirlik ve ekosistem hizmetlerini dikkate alarak tasarım yapmayı amaçlar (Böhm, 2000). Ekosistem ve ekosistem hizmetleri konuları genişletilerek 4. Bölümde ele alınmıştır.



BÖLÜM 3

BIYOMİMETİK

"Biyomimetik, doğanın ustalıklı geliştirdiği çözümleri taklit etmek yerine, onun prensiplerini anlayarak kendi çözümlerimizi yaratmamızı sağlar."

Benyus (1997).

3.1. Biyomimetik

Biyomimetik, biyomimikri ya da biyomimesis, doğadaki canlıların ve sistemlerin sahip olduğu özellikleri ve çözümleri taklit ederek insanların karşılaştığı problemlere yeni yaklaşımlar getiren bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Benyus, 1997). Doğayla uyumlu olmayı ve doğadan öğrenmeyi hedefler. Biyomimetik, doğanın milyonlarca yıllık evrim sürecinde geliştirdiği tasarımlardan ilham alarak sürdürülebilir, verimli ve uyumlu teknolojiler üretmeyi amaçlar.

Biyomimetik tarihçesi çok eskilere dayanan fakat o zamanlarda henüz isim verilmemiş bir yaklaşımdır. İnsanlığın var oluşundan bu yana doğayı taklit etme eğilimlerinin bulunması, öne sürülen bu iddiayı kanıtlar niteliktedir. Bu bağlamda biyomimetik; doğanın 3,8 milyar yıllık deneyim ve gelişiminden faydalanmayı içerir. Bu deneyim ve gelişim, bizi kuşatan doğada yaşayan ve evrimsel başarı öyküleri sergileyen çok sayıda canlı çeşidinde görülür. Biyolojik organizmalar; insanların yarattıklarına benzer olan somutlaşmış teknolojiler olarak düşünülebilir ve birçok durumda da aynı problemleri çok daha az kaynak ve çok daha fazla verim ile çözdükleri rahatlıkla görülebilir (Pawlyn, 2011). Biyomimetik'in temel düşüncesi 3,8 milyar yıllık evrim boyunca, doğanın, insanlığın şimdiki zamanlarda karşı karşıya kaldığına benzeyen birçok tasarım ve mühendislik problemlerine çözüm bulduğu yönündedir. Ekolojik olarak sürdürülebilir bir şekilde, küçük bir nesneden şehir gibi büyük bir teknolojik sisteme kadar herhangi bir şeyin üretilmesinin bir yolu olarak "doğanın bilinçli bir şekilde örnek alınmasını" önermektedir (Fisch, 2017).

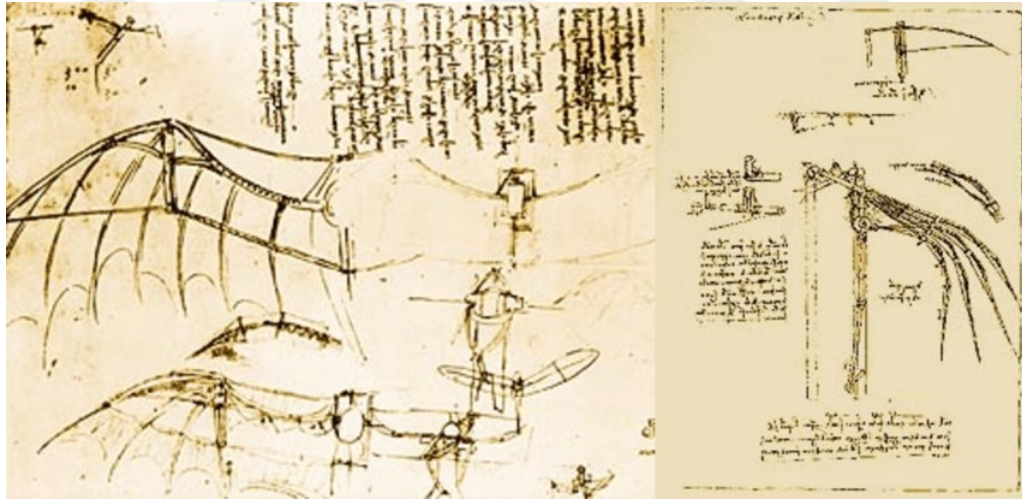
Doğadaki varlıkların geçirdikleri evrim boyunca geliştirdiği biyolojik mekanizmalar, etkili ve verimli olmalarıyla dikkat çekmektedir. Bu mekanizmaların örnek alınması, hayatımız ve kullandığımız araçların iyileştirilmesi için büyük fırsatlar sunmaktadır. İnsanlık her zaman doğayı örnek almaya büyük çaba sarf etmiştir.

Teknoloji seviyesi yükseldikçe biyolojik yöntemleri, süreçleri ve sistemleri örnek

almak, kopyalamak ve uyarlamak daha kolay hale gelmektedir. Bilim ve teknolojiye gelişme ile birlikte, hızla artan algı ve bilgi kapasitemiz, doğanın sadece yüzeysel olarak örnek alınmasının çok daha ötesinde temel fikirlerin kavranmasına ve uygulanmasına olanak sağlamaktadır (Bar-Cohen, 2006).

Doğa, şu ana kadar ve bundan sonra olacak olan en büyük deney alanıdır ve evrim boyunca bilim ve mühendisliğin tüm kollarını sınamış, iyi işleyen buluşları yaratmıştır. Doğa, karşılaştığı her türlü engel ve zorluğa karşı farklı çözümler geliştirmiş ve başarılı olanları seçmiştir. Yaşayan sistemler, türlerin genlerine kodlayarak, yani bilgileri kendiliğinden kopyalayarak nesilden nesile aktarmış ve biriken bilgileri saklamıştır. Doğa, bizim fizik, kimya, mekatronik, malzeme bilimi, hareketlilik, algılama sistemleri gibi daha birçok alan olarak bildiğimiz ilkeleri evrim yoluyla hâlihazırda öğrenmiş durumdadır ve yeni zorluklara karşı öğrenilen bilgiyi geliştirmektedir.(Bar-Cohen, 2006).

Biyomimetik kavramı ortaya çıkmadan önce de doğadan ilham alınarak çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Leonardo Da Vinci'nin eserlerinde doğanın hem görünümünü hem de işleyişini taklit ettiği açıkça belli olmaktadır. Sadece estetik değil fonksiyonel olarak da canlılardan örnek aldığı rahatça anlaşılmaktadır.



Şekil 33. Leonardo Da Vinci'ye Ait Çizimler (kuş kanadı ve uçan makinalar)

Kaynak:https://www.researchgate.net/figure/Mechanical-Wing-Devices-Leonardo-da-Vinci-ca-1485-From-Miller-2008_fig3_296707279 Adresinden 13.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Akademik kaynaklara bakıldığında Biyomimetik terimi ilk olarak 1957 yılında Otto H. Schmitt tarafından kullanıldığı görülmektedir (Bhushan, 2009). Schmitt ilgili

çalışmalarında sinir sisteminin elektriksel özelliklerini taklit eden bir devre tasarlamıştır. Schmitt çalışmalarında doğadan esinlenmeyi biyoloji ve teknolojinin bir araya geldiği bir yaklaşım olarak görmekteydi fakat bu anlayış sadece mühendislik disiplinleri için geçerli olmaktaydı. Bu çalışma daha sonra düzeylere ayrılacak olan biyomimetik kavramının organizma düzeyine ve organizma düzeyinin de alt düzeyi olan davranış düzeyine örnek olacaktır.

Biyomimetik kavramı daha sonra bir doğa bilimci olan Janine Benyus'un 1997 yılı içerisinde yayınladığı "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature" adlı kitabı ve ilgili çalışmaları ile popülerlik kazanmıştır (Benyus, 1997). Benyus, biyomimetik yaklaşımının doğayla uyumlu olmayı ve doğadan öğrenmeyi gerektirdiğini vurgulamış ve "doğada var olan dehanın bilinçli aktarımı" olarak tekrar tanımlamıştır. Benyus, biyomimetik ve biyomimikri ya da biyomimesis kelimelerinin eş anlamlı olarak kullanılabileceğini ve bu alanda yapılan çalışmaların tek bir çatı altında toplanabileceğini belirtmiştir (Benyus, 2022). Benyus'un çalışmaları sonucu yazdığı söz konusu kitap biyomimetik alanında çalışma yapan araştırmacılar tarafından temel kaynak olarak değerlendirilmektedir.

Benyus (1997) Biyomimetik kavramını şu şekilde açıklamıştır;

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

Biyomimetik profesörü olarak bilinen Prof. Dr. Julian Vincent bu disiplini "doğayı temel alan tasarımların uygulanması" olarak tanımlamıştır. Biyoloji Profesörü Steven Vogel gibi araştırmacıların da katılımı ile biyomimetik anlayışı hızla yayılmaya başlamıştır. Biyomimetik 2000'li yılların başından itibaren tasarım alanında kullanılan bir terim ve yöntem olarak benimsenmesinden sonra birçok disiplinde araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Mazzoleni, 2013).

Biyomimetik aynı zamanda biyonik terimi ile de girift bir yapıya sahiptir. Biyonik kavramı, teknik problemleri biyolojik işlevleri örnek alarak çözmeye çalışan uygulamalı bir bilim dalıdır. Biyonik, doğada mevcut olan metot ve sistemleri inceleyerek modern mühendislik sistemlerinde ve teknolojilerinde kullanmayı hedefler. Biyonik tasarım ise,

doğada var olan ve doğanın döngüsüne uyum sağlayabilen canlılar ve canlı organizmaların yapısı, süreçleri ve prensiplerinin tasarıma aktarılmasını ifade eder. Biyonik tasarım malzeme gözetmeksizin doğada var olan teknik işleyişi insan yapımı tasarıma aktarma anlamında kullanılan bir terim olarak değerlendirilebilir.

Biyonik kavramı ilk kez 1958 yılında Amerikalı bir araştırmacı olan Jack E. Steele tarafından ortaya atılmıştır. 1960 yılında Amerika'da "biyonik" temasıyla düzenlenen bir seminerde diğer bilim insanları tarafından terim tanınmış ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu seminerde biyoniğin temel prensipleri kabaca ortaya konulmuştur. 1993 yılında Alman Mühendisler Derneği'nin bir buluşmasında biyonik terimi tekrar tanımlanmış ve Werner Nachtigall (1993) tarafından şöyle genişletilmiştir:

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

Nachtigall ayrıca biyoniği kendi içinde üç alt alana ayırmıştır: yapısal biyonik, prosedürel biyonik ve bilgisel biyonik. Yapısal biyonik doğada var olan yapılar ve malzemeleriyle, prosedürel biyonik doğanın prensip ve süreçleriyle, bilgisel biyonik ise daha çok doğanın gelişme, evrilme ve bilgi aktarma prensipleriyle ilgilidir.

Biyonik tasarımın belirleme ve uygulama süreci ise şu şekilde tanımlanabilir: organizmaların davranışlarındaki kilit noktaları gözlemleme, yapılan gözlemleri kullanılabilir veriye dönüştürme ve verinin genel taslağını oluşturma, son aşama olarak da bu veri taslağını yenilikçi bir sisteme uyarlama ve organizmadan alınan prensipler ile yapay nesne arasındaki ilişkiyi kurma. Bu yönü ile biyonik ve biyomimetik kavramları birbirine oldukça yakın görünmektedir. Fakat biyonik ve biyomimetik arasındaki fark biyonik bilimi mekanik veya fiziksel sistemler ortaya çıkarmayı hedeflerken biyomimetik doğayı daha geniş kapsamda ele alır ve yaşamın temel prensipleri gibi konulara da odaklanarak sadece mekanik değil aynı zamanda doğadan bilişsel aktarım yapmayı da hedefler.

Biyomimetik kavramı canlı varlıklara odaklanan yönü ile aynı zamanda evrim kavramıyla da ilgilidir. Bu terim, bir türün veya bir canlının zamanla gelişerek kendine özgü özellikler kazanması sürecini ifade eder. Bu terim, hayvanların ve bitkilerin evrimi olmak üzere iki şekilde ele alınabilir. Hayvanlar âlemi, canlılar âleminin diğer bölümleri gibi sabit ve değişmez değildir. Zamanla çevresel faktörlerin etkisiyle canlılar da değişir. Hayatta kalmak için savunma mekanizmaları geliştirerek uyum sağlamaya yani evrilmeye devam ederler. Evrim kuramları üzerine birçok bilim insanı ve araştırmacı

çalışmıştır. Ancak ilk olarak Fransız doğa bilimcisi Lamarck, 1809 yılında çevreye uyum temelinde evrim fikrini ortaya koymuştur. Sonra Charles Darwin, daha uygun olanın yaşaması yani doğal seçim kuramını ileri sürmüştür. Bugün ise geçmişe dair yeni bulgularla bu iki kuram aşılmıştır. Evrim kanıtlarının en çarpıcılarını sunan paleontoloji biliminin ilerlemesiyle evrim düşüncesi de ilerlemiştir. Ancak canlıların evrilmesine dair bilimsel çalışmalar ve tartışmalar hala devam etmektedir (Maubourguet, 1990, s.67)

Doğada canlılar, problemlere karşı çözüm üreterek evrilmektedir. Yeni tehditlere karşı savunma mekanizmaları geliştiren veya var olan mekanizmalarını yeni koşullara karşı değiştiren canlılar gibi insan yapımı tasarımlar da zamanla evrim göstermektedir. Malzeme ve yapım tekniklerinin ilerlemesiyle günümüzde daha sağlam, daha güçlü ve daha ergonomik yapılar ortaya çıkmaktadır. Bu yapılar, tarihsel süreçte evrimlerinin en ileri aşamasında olduklarını göstermektedir. Öte yandan geçmişte yapılmış ve günümüze kadar ulaşmış yapılar da bugünkü inşa teknolojilerinin evrilmesine kaynaklık etmiştir. Bu, canlılar âlemindeki ilkel varlıklardan gelen genlerin bugünkü canlıların hayatta kalma yeteneklerini oluşturmalarına benzer bir durumdur. Bu açıdan bakıldığında biyomimetik hayatın temel prensipleri ile doğrudan ilişkili bir kavram haline gelmektedir.

Doğadaki canlılar, yaşadıkları ortamlarda hayatta kalabilmek için çeşitli özelliklerle donatılmıştır. Bu hayatta kalma becerisi, canlıların doğal ortamlarındaki tehditlere göre evrimleşmiştir. Örneğin, kuş ya da böcekler tarafından yenilen ağaçlar, bir sonraki baharda daha küçük ve güçlü yapraklar çıkararak hayatta kalmayı sağlamaya çalışır. Aynı şekilde, tohumların çıplak ve savunmasız olması, evrim sürecinde tohumların meyveler içerisinde saklanması ve hatta bazı meyvelerin sert kabuklar geliştirmesi gibi özellikler de tehditlere karşı hayatta kalma refleksinin bir sonucudur. Bu nedenle, hayatta kalma ve uyum sağlama yaşamın en temel prensipleri olarak nitelendirilebilir.

Jenine Benyus ve biyomimikri thinking ekibi (2015) yaşamın temel prensiplerini şu şekilde tanımlamıştır;

"Hayatın İlkeleri, doğadan aldığımız tasarım dersleridir. Bu prensip, dünya üzerindeki tüm yaşam biçimlerinin birbirine bağlı olduğunu ve aynı koşullara tabi olduğunu gösterir. 3.8 milyar yıldan uzun bir süredir, yaşam koşullarına uyum sağlamak için bir dizi strateji geliştirdi. Hayatın İlkeleri, dünya üzerindeki yaşamın evrimleşme sürecinde geliştirdiği genel desenleri yansıtır. Yaşam, bu stratejileri optimize ederek entegre olur ve yaşama elverişli koşullar

yaratmak için çalışır. Doğanın derin tasarım derslerinden öğrenerek, yenilikçi stratejileri modelleyebilir ve tasarımlarımızı bu sürdürülebilir ölçütlere göre ölçebiliriz. Hayatın İlkeleri, kendi kendimize ait olan benzersiz ideallerimizi yaratmamıza ve doğanın ustalığından ilham almamıza yardımcı olur."

Biyoloji ve tasarım üzerine çalışmaların gerçekleştirildiği Biyomimetik Enstitüsü, doğanın hayatta kalma becerileri, zorlukların üstesinden gelme becerisi, yeni koşullara uyum sağlama yeteneği gibi temel prensiplerini açıklamak için bir diyagram hazırlamıştır. Bu diyagram, doğanın yaradılışında var olan ve değişen koşullar altında sonradan kazanılan becerileri grafiksel olarak açıklamaya çalışmaktadır. Bu grafik, doğanın temel prensiplerini ve bu prensiplerin biyomimetik tasarımda nasıl kullanılabileceğini anlatmaktadır. Grafik, daha rahat anlaşılabilmesi için Şekil 34'te basitleştirilerek düzenlenmiştir.

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

Şekil 34. Yaşama elverişli koşullar / Yaşamın Temel Prensipleri

Yaşamın sürdürülebilirliği için, dünyanın çalışma koşullarının da dikkate alınması gerekmektedir. Tüm canlılar, dünya üzerindeki değişimlere uyum sağlamaya çalışmaktadır. Bu değişimler arasında güneş ışığı, yağışlar, su, yerçekimi, denge, limitler, sınırlar ve mevsimler gibi döngüsel süreçler de yer almaktadır ve bu unsurlar da biyomimetik tasarımın içinde ele alınması gereken faktörler arasındadır.

Biyomimetik, doğayı esas alan ve disiplinler arası bir etkileşim gerektiren bir alan olarak tanımlanmaktadır. Mimarlık, mühendislik, tıp gibi disiplinler biyoloji ve diğer

doğa bilimleriyle farklı düzeylerde ve farklı aşamalarda ilişki kurmaktadır. Bu bağlamda biyomimetik tasarım konusunda her disiplinin kendine özgü yöntem ve süreçleri vardır. Ancak biyomimetik düşünme ve tasarım süreci temel prensipler bakımından incelendiğinde tüm tasarım disiplinlerinde ortak olduğu söylenebilir.

Biomimicry 3.8 topluluğunun 2015 yılında hazırladığı "biyomimetik tasarım lensi" adlı görsel rehberde biyomimetik düşüncenin ne zaman, nasıl ve neden kullanıldığı görsel bir şekilde anlatılmıştır. Bu anlatıma göre biyomimetik düşünce sistemi her türlü tasarım ölçeği veya disiplinine uygulanabilmektedir. Temel olarak kapsam tanımlama, araştırma, yaratma ve değerlendirme aşamalarından oluşan bu düşünce sisteminin amacı her aşamada belirlenen adımları izleyerek doğadaki yaşam stratejilerini insan tasarımına adapte etmektir.

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

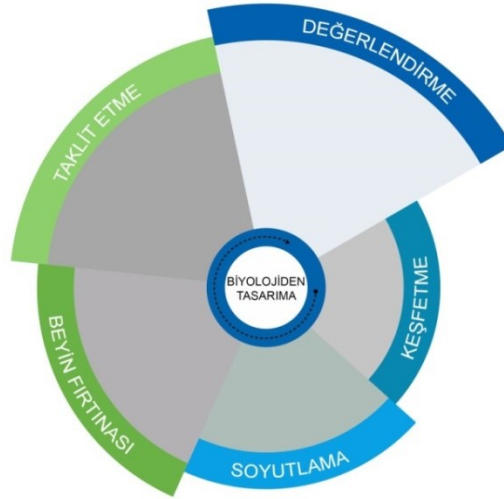
Şekil 35. Biyomimetik Düşünme Sistemi

Biyomimetik düşünce sistemine dayanarak hazırlanan biyomimetik tasarım süreci grafiğinde keşfetme aşamasıyla başlayıp tasarımın sonucuna kadar giden diğer adımlar belirtilmiştir. Bu adımlar ilgili disipline bağlı olarak değişebilir, yeni adımlar eklenebilir veya adımların sırası değiştirilebilir.

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

Şekil 36. Biyomimetik tasarım süreci adımları

Biyomimetik tasarım sürecinde biyoloji ile tasarım arasındaki adımlar iki farklı yöntem olarak tanımlanmıştır. Birinci yöntem biyolojiden tasarıma olarak isimlendirilmektedir. Bu yöntem doğada var olan veya keşfedilen örneklerin yararlı tasarımlara dönüştürülme olasılığının incelenmesi ile yapılmaktadır.

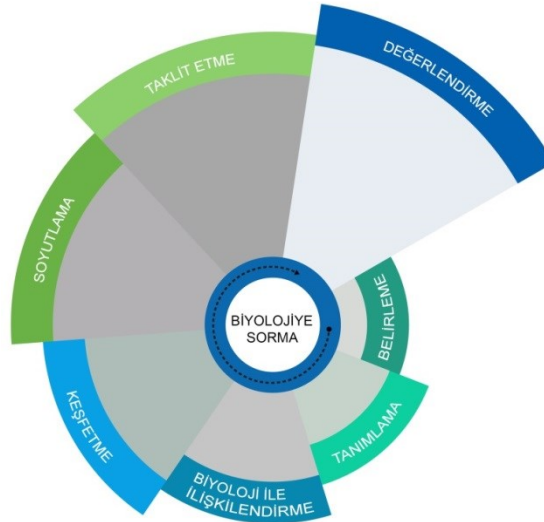


Şekil 37. Biyolojiden Tasarıma (Pınar, 2018).

Biyolojiden tasarıma olarak isimlendirilen teknik doğada var olan canlıları ve ekosistemleri araştırarak elde edilen verileri biyologlarla görüşerek veya veri tabanlarında araştırma yaparak başlar. Sonra elde edilen verilerin kitlelere daha iyi anlatılabilmesi ve tasarımlara uygun kılınması için belirli bir düzeyde biçim veya ana fikir soyutlaması

yapılır. Üçüncü aşamada elde edilen verilerin tasarım veya düşünce ekipleriyle paylaşılması söz konusudur. Bu aşamada ekipte biyologlar, mühendisler, mimarlar, tasarımcılar gibi farklı disiplinlerden uzmanlar bulunmalıdır. Biomimetik biliminin çok disiplinli bir yaklaşım olması nedeniyle farklı bakış açılarıyla zenginleşen düşünceler ve tasarımlar ortaya çıkar. Taklit etme aşamasında önceki aşamalarda elde edilen veriler sürdürülebilirlik, çevrebilim, verimlilik gibi kriterler dikkate alınarak doğadaki işleyişe benzer taklitler gerçekleştirilir. Örneğin doğanın verimliliğini taklit eden bir çalışmada verimliliği sağlayan faktörler analiz edilir ve insan yapımı tasarımlara aktarılır. Bu taklit biçim, malzeme veya işleyiş bakımından olabileceği gibi birden fazla prensip de birlikte kullanılabilir. Doğanın çeşitliliği düşünüldüğünde taklit edilecek faktörlerin sayısının çok fazla olduğu söylenebilir. Son aşama olan değerlendirme aşamasında yapılan tasarımın veya ortaya konan görüşün sınırları belirlenir, tasarımın getireceği avantaj ve dezavantajlar göz önüne alınır, doğa ile olan uyumu ve taklit etme aşamasında belirtilen kriterler açısından değerlendirmesi yapılır ve süreç tamamlanır.

Söz konusu ikinci teknik biyolojiye sorma olarak tanımlanmaktadır. Bu teknik istenen çözümlerin doğadaki örneklerin sistematik bir biçimde araştırılmasını ve incelenmesini kapsamaktadır. Tasarımcının bir problemi çözmek için araştırmalar yaptığı bu yöntemde tasarımcı daha çok etkindir.



Şekil 38. *Biyolojiye sorma (Pınar, 2018).*

Biyolojiye sorma yöntemi belirleme adı verilen bölümle başlar. Bu bölümde tasarımın hangi problemi çözeceği sorusu yanıtlanır. Böylece işlev tanımlanmış olur.

İşlevin tanımlanmasından sonra tasarımın ana çerçevesinin oluşturulacağı tanımlama bölümüne geçilir. Tanımlama bölümünde tasarımın sürdürülebilir, enerji verimli ve yenilikçi olması gibi kriterler tasarımın ana çerçevesine katılır. Biyoloji ile ilişkilendirme bölümünde tasarımda kullanılacak prensiplerin doğada nasıl işlediği araştırılır. Doğada kendiliğinden gerçekleşen durumların tasarıma nasıl uyarlanacağı konusu bu aşamada ele alınır. Tasarım biyoloji ile ilişkilendirildikten sonra keşfetme aşamasına geçilir. Bu aşamada biyoloji kaynaklarından ve biyologlardan yararlanılır. Tasarım için doğada seçilen varlıkların aranan fonksiyonları nasıl yerine getirdikleri ayrıntılı bir şekilde incelenir. Biyoloji ile ilgili veri tabanlarından karşılaştırmalı araştırmalar yapılır. Soyutlama aşamasında seçilen doğal varlıkların veya varlığın kendisinin sahip olduğu özellikler tasarıma uygun hale gelmesi için basitleştirilir. Soyutlama aşamasında kullanılan örnekler biyoloji konusunu aşarak tasarım unsuru haline gelir. Taklit etme ve değerlendirme aşamaları biyolojiden tasarıma şemasında gösterilen ve devamında açıklanan adımlarla aynı niteliklere sahiptir. Süreç tasarımın değerlendirilmesiyle son bulur.

Biyomimetik süreci yedi temel adımla tanımlanmıştır ancak incelenen varlık veya yapılacak tasarıma bağlı olarak bu temel adımlara farklı adımlar da eklenebilir. Biyomimetik tasarım sürecinde de durum böyledir. Bir problemi çözmek için çalışılan tasarımda belirlenen adımlar uygulanırken ortaya çıkan bir sorun tasarımın başlangıç noktasına geri bildirimler verecektir. Elde edilen yeni veriler çalışılan problemle ilgili tasarım spiriline yeni adımlar olarak katılacaktır. Bu nedenle biyomimetik temelli her tasarımda temel adımların yanında yeni adımların olması da kaçınılmazdır.

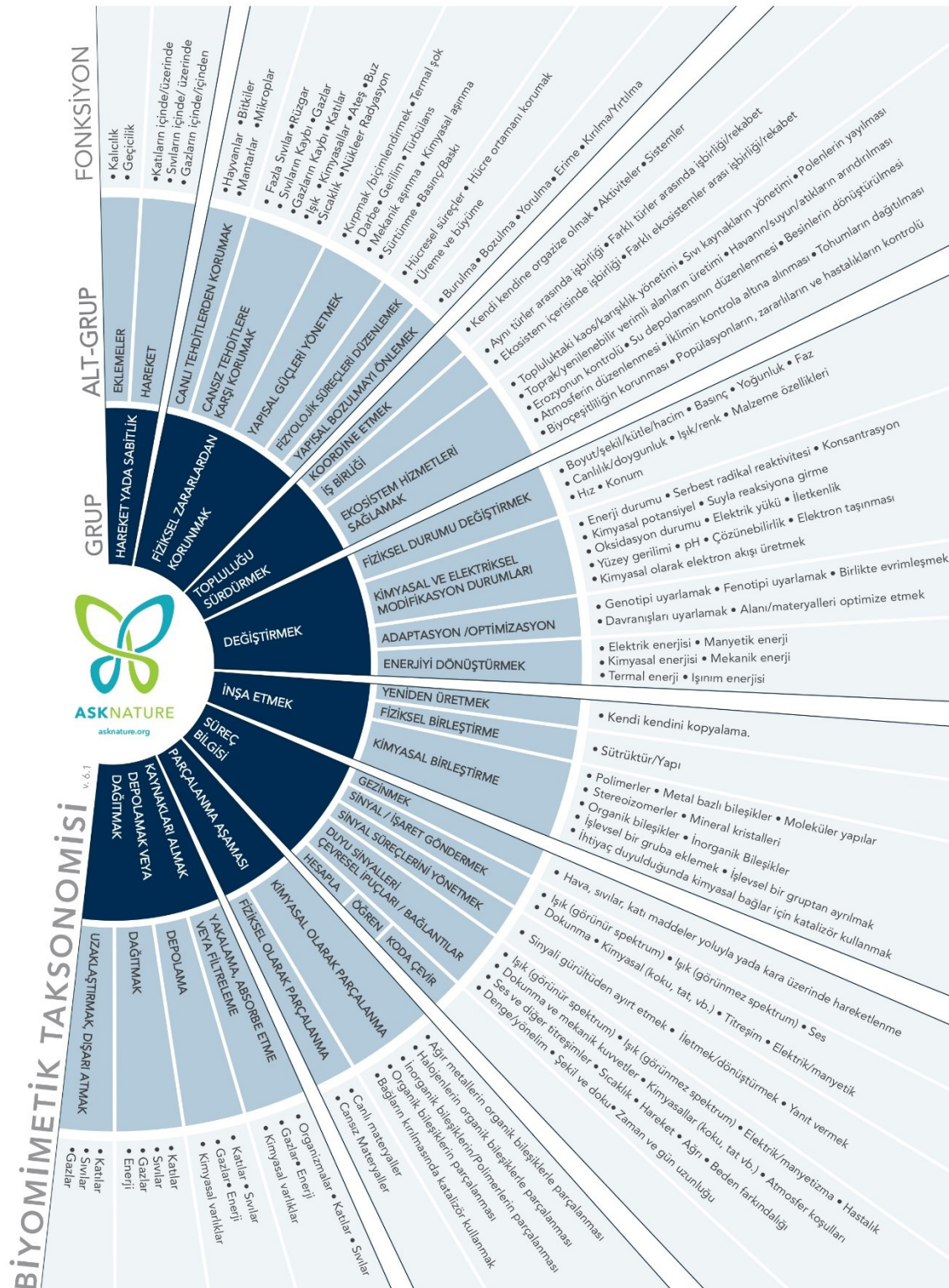
Biyomimetik kavramı içerisinde farklı sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bu sınıflandırmalardan en kullanışlı olarak nitelendirilebilecek olan biyomimetik taksonometrisi, biyolojik organizmaların yapıları ve özellikleri ile ilgili bilgileri kullanarak, bu özellikleri sentetik malzemelerde ya da tasarımlarda kullanmak için bir sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntem, biyolojik organizmaların sınıflandırılması ve kategorize edilmesinde kullanılan taksonomi kavramlarına dayanır. Sadece malzeme veya tasarım alanında değil farklı disiplinlerde de başvuru kaynağı olacak nitelikte bir çalışmadır.

Biyomimetik taksonometrisi, biyolojik organizmaların morfolojik, yapısal ve işlevsel özelliklerini analiz ederek, bu özellikleri insan yapımı malzemelerde ve tasarımlarda kullanılabilir hale getirir. Örneğin, lotus yapraklarının hidrofobik yüzey

özellikleri, su itici kaplamaların geliştirilmesinde kullanılabilir. Ayrıca, çeşitli deniz canlılarının deri yapısı, insan yapımı yüzme kıyafetleri ve kalkanlar gibi uygulamalarda kullanılabilir.

Bu sınıflandırma tasarım alanında ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak güncellenebilir bir yapıya sahiptir. Ortaya çıkan her yenilik yeni grup veya alt gurupları ortaya çıkarırken yeni işlevleride tanımlamaktadır. Belirli yıllarda belirli versiyonlar şeklinde güncellenmeye ve tsarımcılara rehber olma potansiyeli olan biyomimetik tabanlı bir yöntem olarak da adlandırılabilir.





Şekil 39. Biyomimetik Taksonometrisi (Çeviri: Yazar)

Kaynak: <https://asknature.org/resource/biomimicry-taxonomy/> Adresinden 15.11.2023

Tarihinde Edinilmiş ve Türkçe'ye çevrilerek yeniden oluşturulmuştur.

Biyomimetik taksonometrisi, biyolojik organizmaların farklı türleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tanımlayarak, tasarımcılara ve mühendislere, doğal malzemelerin özelliklerini ve işlevlerini taklit etmek için ilham kaynağı sağlar. Bu yaklaşım, insan yapımı sistemlerin doğal sistemlerle uyumlu hale getirilmesine yardımcı olabilir ve daha verimli, dayanıklı ve çevre dostu çözümler geliştirilmesine olanak tanır.

Bu tez çalışmasında biyomimetik taksonometrisi bir başvuru aracı olarak kullanılmıştır. Taksonometrinin “topluluğu sürdürmek” grubunun alt grupları ve fonksiyonları ortaya atılan tasarım ekosistemi düşüncesini desteklemekte ve taban oluşturmaktadır.

Biyomimetik araştırmaları genellikle üç seviyede gerçekleştirilmektedir: Organizma seviyesi, davranış seviyesi ve ekosistem seviyesi (Bar-Cohen, 2006). Organizma seviyesinde, doğadaki canlıların sahip olduğu fiziksel özellikler taklit edilmektedir. Örneğin, lotus bitkisinin yaprak yapısı kendini temizleyen yüzeyler için model alınmıştır. Davranış seviyesinde, doğadaki canlıların sahip olduğu fonksiyonel özellikler taklit edilmektedir. Örneğin, yunusların ekolokasyon yeteneği sonar sistemleri için model alınmıştır. Ekosistem seviyesinde ise, doğadaki canlıların sahip olduğu ilişki ve döngü özellikleri taklit edilmektedir. Biyomimetik ekosistem düzeyinde yapılan çalışmalar, doğanın döngüsel ve sürdürülebilir sistemlerini taklit ederek tasarım yapmayı amaçlayan çalışmalardır. Bu çalışmalarda, doğadaki ekosistemlerin işleyişini, enerji verimliliğini, çeşitliliğini ve dayanıklılığını anlamak ve bunu mimari, mühendislik, sanat, teknoloji gibi alanlara uygulamak hedeflenir. *Örneğin, karınca kolonilerinin iş bölümü ve iletişim yöntemleri yapay zeka sistemleri için model alınmıştır. Bu tez çalışmasının temel araştırma noktalarından biri biyomimetik tasarımın ekosistem düzeyidir. Bu düzey üzerinden araştırmalar yapılarak bir tasarım ekosistemi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Diğer temel noktalarından biri de yine ekosistem içerisindeki anlayışı yöneten zeka ve bu kavramın taklit edilmesinden ortaya çıkan yapay zeka kavramıdır. (Bu alanda fiziksel dünyada az örnek bulunmaktadır. Örnekler genellikle kavramsal ya da proje aşamasında değerlendirilmektedir. Tez çalışmasında temel alınacak düzey ekosistem düzeyidir ve sonraki bölümlerde detaylı olarak irdelenecektir).*

Dr. Maibritt Pedersen Zari (2007), Benyus'un biyomimikri yaklaşımına ek olarak biyomimetik tasarımı iki ana kategoriye ayırmaktadır. Birincisi tasarımın biyolojiden öğrenmesi olarak adlandırdığı insanların ihtiyaçlarını ve tasarım sorunlarını doğadaki örneklerle çözmesidir. İkincisi biyolojinin tasarıma ilham vermesi olarak adlandırdığı

doğadaki bir organizmanın veya ekosistemin özelliklerinin veya davranışlarının tasarıma uyarlanmasıdır. Zari'nin görüşüne göre tasarım ya doğada var olan çözümleri araştırır ya da doğadan direkt olarak esinlenir.

Benyus'un belirttiği gibi doğayı taklit etmenin organizma, davranış ve ekosistem olmak üzere üç ana yolu vardır. Bu yolların her birinde de beş farklı seviye daha ayırt edilebilir. Bunlar sırasıyla şunlardır: biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev (Zari, 2007, s.2).

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

Şekil 40. Tasarımda biyomimetik yöntem, termit örneği (Zari, 2007, s.3).

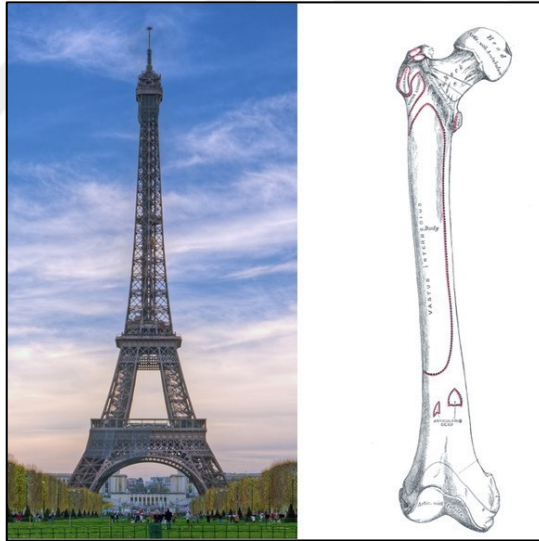
Zari, 2007 biyomimetik düzeylerini termit (akkarınca) örneği üzerinden irdelemiştir. Seçilen örneğin termit olması belirgin bir ekosistem içerisinde yaşayan canlılar olmalarından dolayı biyomimetik kavramının bütün düzeylerine uyum sağlayacağı düşüncesi ile belirlenmiştir.

3.2. Biyomimetik Tasarım Düzeyleri

Elde edilen bilgilere göre, canlı organizmalardan, ekosistemlerden ve yeryüzü şekilleri dahil doğal biçimlerden elde edilen bilgilerin tasarıma aktarılmasında üç temel düzeyin ve bu düzeylerin içinde de beş alt düzeyin bulunduğunu bilinmektedir. Biyomimetik ile ilgili çalışmalardan alınan bilgilere dayanarak organizma, davranış ve ekosistem düzeylerinin temel düzeyler olduğu biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev basamaklarının da alt düzeyler olduğu bilinmektedir.

3.2.1. Organizma Düzeyi

Biyomimetik tasarımda en temel seviye, biyolojik organizmaların biçimsel özelliklerinin doğrudan kopyalanmasıdır. Bu düzey genellikle basit bir kopyalama olarak tanımlanır ve bu tür tasarımların ana fikirlerini değerlendirmek genellikle zordur. Örneğin, Eiffel Kulesi'nin tasarımının uyluk kemiğinin strüktürel yapısından esinlendiği düşüncesi yaygındır, ancak bu iddiayı destekleyen kesin kanıtlar bulunmaması, bu düşüncenin bir şehir efsanesi olabileceğini düşündürmektedir (Green, 2005, s:1). Bu tür örneklerde, biyolojik organizmalardan alınan tasarım fikirlerinin derinlemesine analiz edilmesi önemlidir. Kesin kanıtlara dayanmayan ve yalnızca biyolojik organizmaların biçimsel özelliklerini kullanma yaklaşımı, biyomimetik olarak değil, daha iyi bir terim olarak "analoji" olarak adlandırılabilir. Daha doğru bir ifade ile kemik içyapısının metal bir strüktüre dönüşmesi elbette biyomimetik tasarımı ifade eder ancak ilgili çalışmalarda sadece biçimsen esinlenme mi yoksa strüktürel yapının uyarlanması mı olduğu analoji ve biyomimetik arasındaki farkı ortaya koyacaktır.



Şekil 41. Eyfel Kulesi (1888) ve uyluk kemiği

Kaynak: <https://www.wired.com/2015/03/empzeal-eiffel-tower/> adresinden 21.10.2023 tarihinde edinilmiştir.

Benzer şekilde organizmanın sahip olduğu biçimin taklit edildiği bir başka tasarım da özel olarak Londra'da düzenlenen 1851 yılındaki İlk Dünya Fuarı için tasarlanmış ve inşa edilmiş bir yapı olan Kristal Saray'dır. Bu devasa yapı, cam ve demirden oluşur ve kendi döneminde bir teknoloji harikası olarak kabul edilir. Kristal Saray, 33 metre

yükseklığe ve 18.000 metrekarelik bir alana sahiptir. Başlangıçta bir peyzaj mimarı olan Joseph Paxton, Victoria Amazonica bitkisinin yapraklarının yapısını inceleyerek bu yenilikçi yapı tasarımını geliştirmiştir. Paxton, yapının cam bölümlerini bu bitkinin yaprağına benzetmiş ve çelik taşıyıcıları yaprağın damarlarına benzetmiştir. Bu benzetme, geniş açıklıklı bir alanı hafif ve sağlam bir şekilde örten cam ve çelikten yapıyı tasarlamasına ilham vermiştir (Meadows, 1999, s. 286-289).



Şekil 42. Kristal Saray ve Victoria Amazonica (Nilüfer) Bitkisi

Kaynak: <https://www.missedinhistory.com/podcasts/paxtons-crystal-palace.htm>
adresinden 21.10.2023 Tarihinde edinilmiştir.

Organizma düzeyindeki aktarım biyomimetik tasarım sürecinde en çok başvurulmuş kısım olarak bilinmektedir. Biçimin işlevsel bir şekilde taklit edilmesi ve içerdiği işleyiş prensiplerinin tasarıma aktarılması neredeyse bütün tasarım disiplinlerinde örneklerle sahip bir konudur. Sanatsal çalışmalardan mekanik tasarımlara kadar geniş bir yelpazeyi ifade etmektedir.

3.2.2. Davranış Düzeyi

İkinci düzey olan davranış düzeyi biyomimetik kalıpların ve ilkelerin tanınmasını ifade eder. Bu seviye, organizmaların temel işleyiş prensiplerini, yapısal biçimlere, malzemelere, mekânsal düzenlemelere ve diğer sistemlere nasıl uygulanabileceğini araştırır. Genellikle, belirli bir organizmanın yapısı veya işleyişi, daha yakından ve katmanlar halinde incelenerek keşfedilir. Bu, organizmaları daha ayrıntılı bir şekilde incelemekle ilgilidir ve genellikle mikroskop altında gerçekleştirilse de çıplak göz ile yapılan gözlemler de kabul edilmektedir. Nanometre ile milimetre ölçeğindeki bu gözlemler, genellikle malzeme üretimi ve işlenmesi ile ilgili önemli bilgiler içerir.

Milimetreden metreye kadar olan ölçekler, genellikle mimarlık ve mühendislik alanlarına odaklanır. Bu seviyede, örneğin mimaride yapıların strüktürleri mühendislikte çeşitli mekanizmalar ve makineler gibi konular incelenir. Bu ölçekteki gözlemler, biyomimetik tasarımın somut uygulamalarını içermeleri bakımından daha dikkat çekicidir.

Metreden kilometreler ve daha büyük ölçeklerdeki gözlemler ise genellikle çevre ile ilgilidir. Bu seviye, genellikle iş modelleri veya ekolojik konular üzerine modeller geliştirmek için kullanılır. Örneğin, doğadan esinlenen sürdürülebilirlik stratejileri, enerji verimliliği konularında bu ölçekte araştırılır (Vincent, 2009, s. 77).

Davranış düzeyinde biyomimetik tasarıma örnek olarak Zimbabwe'nin başkenti Harare'de bulunan, mimar Mick Pearce tarafından tasarlanan ve inşa edilen Eastgate binası verilebilir. Söz konusu yapı 21. yüzyılın biyomimetik tasarım ilkelerine dayalı olarak geliştirilen ilk yapılar arasında kabul edilebilir. Bu yapı, esin kaynağını "Myrmecia Michaelsoni" adı verilen büyük çene yapısına sahip bir akkarınca türünün inşa ettiği yuvalardan almıştır. Bu canlının yuvaları, tepesi açık ve doğal havalandırmalıdır.

Tasarımcı Mick Pearce, bu biyomimetik ilham kaynağını kullanarak, bina tasarımında çevresel faktörleri ve doğal süreçleri göz önünde bulundurdu. Bina, bölgenin iklim koşullarını ve özellikle de yılın belli dönemlerinde artan nem oranını dikkate alarak inşa edilmiştir. Eastgate binası, sürdürülebilir özelliklere sahip bir yapıdır ve ısıtma ve havalandırma sorunlarını doğal yollarla çözmeyi hedefler.



Şekil 43. Eastgate ofis binası

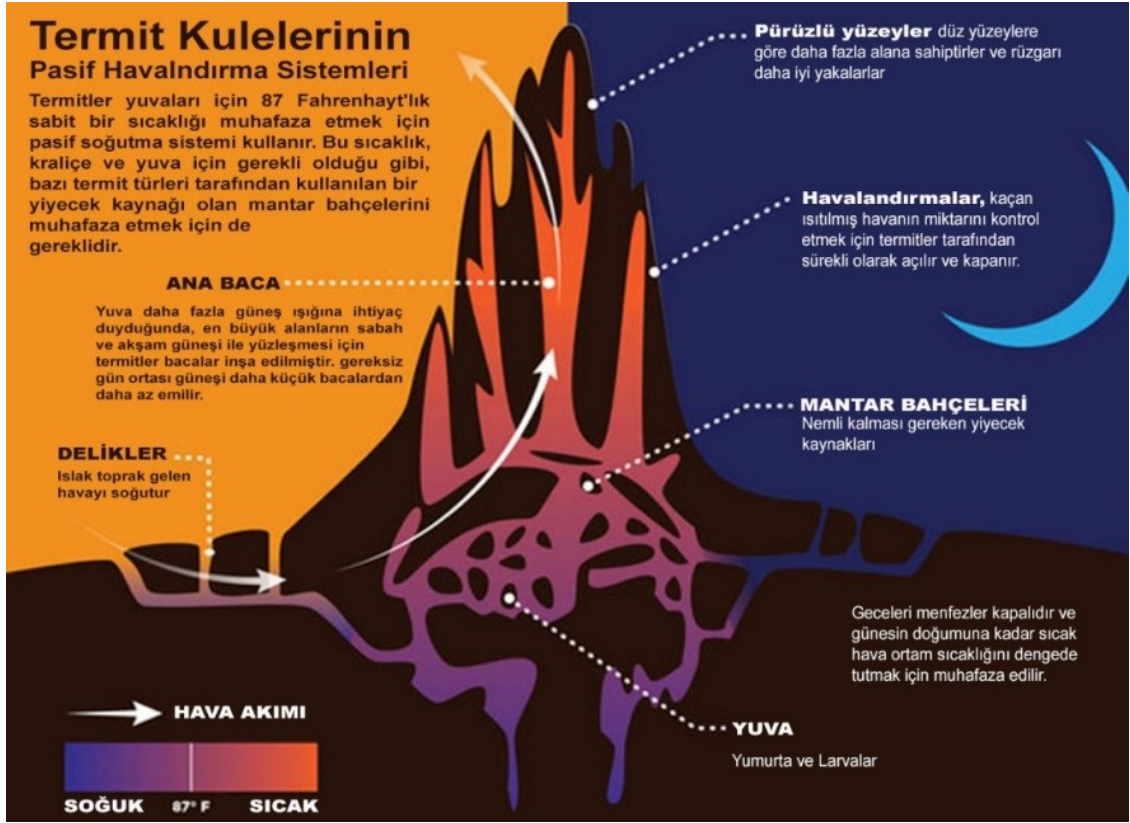
Kaynak: https://archnet.org/sites/1420/media_contents/19152 adresinden 04.09.2023 tarihinde edinilmiştir.

Bu tasarım, binanın dış hava sıcaklığına, iç sıcaklık ihtiyacına ve hava nem seviyelerine duyarlı bir şekilde çalışan büyük bir termal hava çıkış ve giriş sistemini içerir. Bina, dış hava sıcaklığı düşerken sıcak havayı içeri alırken, yükselen sıcaklıkla birlikte bu sıcak havanın dışarı atılmasını sağlar. Bu şekilde, doğal havalandırma yoluyla iç mekan sıcaklığı kontrol edilir ve bina enerji verimliliği sağlar.

Eastgate Alışveriş Merkezi ve Ofis Binası, geleneksel elektrik veya farklı yakıt kullanan iklimlendirme sistemlerinden farklı bir yaklaşım benimsemiştir. Bunun yerine, yüksek enerji tasarrufu sağlayan bir sistem geliştirilmiş ve bina tasarımı ve malzemesi bu sistemin temelini oluşturmuştur. Bu benzersiz yaklaşımın temel ilham kaynağı termit yuvalarıdır. Termitlerin yuvaları, ısıyı dengede tutabilen bir yapıya sahiptir ve Eastgate binası bu özelliği taklit etmiştir.

Termitlerin inşa ettiği yuvalar, gündüz sıcaklığını gece biriken soğuk hava ile dengeleyebilen özel bir yapıya sahiptir. Termit yuvalarındaki bacalar sayesinde iç mekan sıcaklığı kontrol edilir ve taze hava sirkülasyonu sağlanır. Eastgate binası da aynı prensibi uygulayarak doğal havalandırma ve sıcaklık dengelemesi konusunda özgün bir çözüm sunar. Bu sayede, geleneksel iklimlendirme sistemlerine olan ihtiyaç azaltılır ve enerji tasarrufu sağlanır.

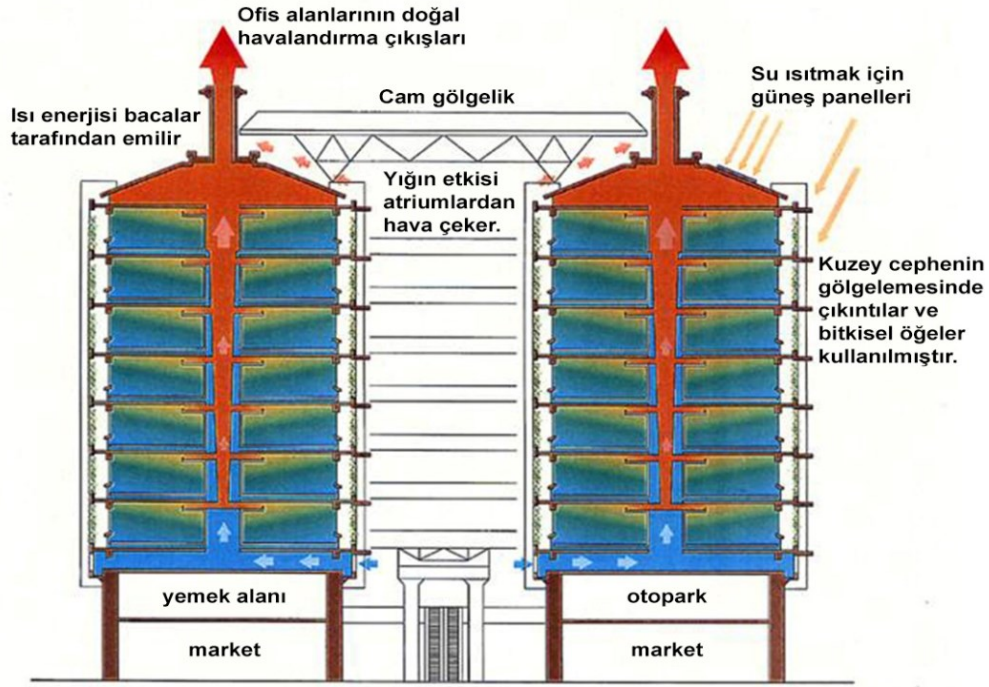
Eastgate binası, doğadan ilham alarak çevre dostu ve sürdürülebilir bir tasarım örneği sunar. Termitlerin mükemmel iklim kontrol mekanizmasını taklit ederek, bina içindeki sıcaklık ve hava kalitesini optimize etmek için doğal süreçlere dayalı bir yaklaşım benimser.



Şekil 44. Termit kulesi ve pasif iklimlendirme sistemi (Çev: Pınar 2018).

Kaynak: <http://rt-bi.nl/social-responsibility/biomimicry/macrotermite-termite/> adresinden 04.09.2023 tarihinde edinilmiştir.

Eastgate binası, bu konsepti temel alarak geleneksel mekanik havalandırma sistemlerinin yerine rüzgâr destekli hava kanalları ve fanlar kullanmaktadır. Bu sistem, hem bina inşaat maliyetini hem de işletme giderlerini azaltarak kaynaklardan tasarruf yapılabilmesini sağlamıştır.



Şekil 45. Eastgate alışveriş ve ofis binası pasif iklimlendirme şeması

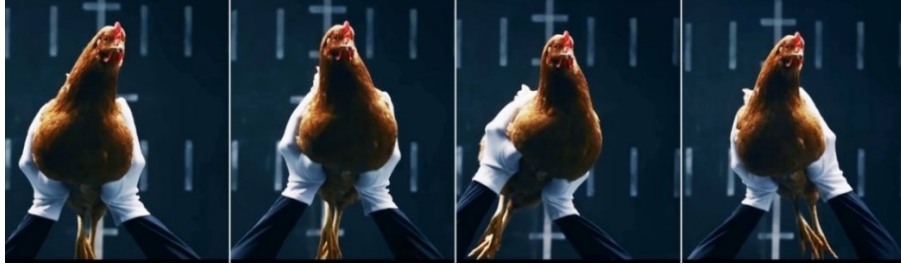
Kaynak: <http://sites.psu.edu/abcdesigns/2014/04/11/passive-cooling-a-revolution/>
adresinden 04.09.2023 tarihinde edinilmiştir.

Cam bir çatı ile birbirine bağlanmış iki binadan oluşan bu yapının malzeme ve tasarım özellikleri, enerji korunumu konusunu desteklemektedir. Doğal çevrenin iklimine uygun olarak ısı depolama ve hava sirkülasyonunu kolaylaştıran termal performansa sahip taş malzemeler kullanılmıştır. Tasarım ayrıntılarına bakıldığında, bina cephesinde taş elemanlara çıkıntılar eklenmiş ve küçük pencereler kullanılarak sadece güneşin etkilerini azaltmakla kalmamış, aynı zamanda geceleri ısı kaybını en aza indirmek ve gündüzleri ısı artışını minimize etmek için bina yüzey alanını artırmıştır. Cephe çıkıntılarına yerleştirilen halkalar arasında sarmaşıklar da, güneşin şiddetini azaltmak amacıyla kullanılmıştır.

Eastgate binası, doğal çevreyi taklit ederek sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği konularında ilham verici bir örnek olmanın yanı sıra biyomimetik davranış seviyesindeki taklidin ne derece verimli olabileceği konusunda da kanıt niteliğindedir.

Benzer şekilde bir canlının fiziksel bir özelliğinden gelen doğal davranış biçiminin taklit edildiği örnek olarak “magic body control” adı verilen bir sürüş güvenlik sistemi davranış seviyesine örnek olarak verilebilir. Bu sistem 2013 yılından bu yana iyi bilinen bir otomobil üretici şirket tarafından araçlarda kullanılmaktadır. MBC (Magic

Body Control) teknolojisi tavuk boynundan esinlenilerek tasarlanmıştır (Chu, 2013, s.33). Tavuk, gövdesi hareket ettirilse bile kafası aynı noktada kalabilme özelliğine sahip bir canlıdır. Bu özelliğin tasarımda bir güvenlik çözümü olarak kullanılması biyomimetik tasarımın davranış seviyesinde aktarımına iyi bir örnek niteliğindedir.



Şekil 46. Magic Body Control Esin Kaynağı (tavuk)

Kaynak: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/magic-body-control/> adresinden 04.09.2023 tarihinde edinilmiştir.

Organizma düzeyinden çok daha geniş yelpazeye sahip olan davranış düzeyi yapay zeka ve bağlantılı konuları da içermektedir. Zekanın insana özgü bir kavram olduğu düşünüldüğünde ve bu kavramın yapay olarak yeniden oluşturulması biyomimetik seviyelerinden davranış ve alt seviyelerden de süreç ve işlev basamaklarına uyum sağlamaktadır.

Davranış düzeyinde taklit seviyesinde zekanın taklit edilmesini içeren yapay zeka kavramı da yer almaktadır. Öncelikle insana ve düşünen, deneyimleri kaydeden bilgiyi depolayarak geliştiren ve yeniden kullanan varlıklara özgü bir davranışın taklit edilmesi elbette biyomimetik seviyeleri ile uyumlu olacaktır. Zekanın dijital ortamda taklit edilmesi ve beraberinde getirdiği yenilikler göz ardı edilemez.

3.2.3. Ekosistem düzeyi

Üçüncü düzey biyomimetik, organizmaların çevreleri ve birbirleriyle olan ilişkilerini, yani ekosistemlerin işleyişini anlamayı hedefler. Bu seviyede, kalıplar daha soyut bir şekilde ele alınır. İlgili ekosistemlerden gelen veriler, mevcut sorunlarla ilk bakışta ilişkisiz görünebilir. Bu noktada, doğal ekosistemlerle yapay sistemler arasındaki farklar ortaya çıkar. İnşa edilmiş çevreler genellikle geri dönüşümlü malzemeleri kullanmayan, uyarlanamayan, esnek olmayan ve enerjiyi verimli kullanmayan yapay sistemlerdir. Bu bağlamda, doğal ekosistemin doğrudan yapay sistemlere uygulanması

zor olabilir, çünkü doğal sistemlerdeki prensipler, yapay sistemlerin gereksinimlerini tam olarak karşılamayabilir. Bu nedenle, incelenen ekosistemin genel prensiplerini anlamak ve ihtiyaca göre uyarlamak, daha uygun bir seçenek olacaktır.

Başka bir deyişle, üçüncü düzey biyomimetik tasarım doğal ekosistemleri ve içerdikleri organizmaların prensiplerini anlayarak bunları yapay olarak yeniden oluşturmanın genel tanımıdır (Frazer, 1995, s. 16).

Benyus (1997) ve Vincent ile diğerleri (2006) tarafından belirtildiği üzere, ekosistemlerin taklidi biyomimikri kavramıyla sıkı bir şekilde ilişkilidir. Ekosistemlerin tasarımlarda taklit edilmesi bazen "ekomimikri" olarak adlandırılmıştır (Russell, 2004). Marshall (2007), bu terimin, insanların ve ekosistemin refahını ve sürdürülebilirliğini amaçlayan bir biyomimikri türünü temsil ettiğini savunmaktadır. Pawlyn (2011), ekosistem düzeyindeki taklidin organizma ve davranış düzeyindeki taklitten çok daha karmaşık olduğunu ve derinlemesine araştırmalar gerektiğini belirtmektedir.

Doğadaki prensiplerden aktarım yaparak taklit etmek biyomimetik için önemli bir değer olmakla birlikte sürdürülebilirlik kavramının bir adım önüne geçmek ve yenilenebilir tasarım çözümü ortaya çıkarmaktır (Yedekçi, 2015, s:152). Bu sayede tüm ekosistem kendini yenileyerek ve geliştirerek varlığını gerektiği şekilde devam ettirebilecektir. Ekosistem düzeyinde taklit yapı, ürün yada mekanik sistem bazında değil daha büyük bir ölçekte ele alınmaktadır. Her bileşenin bütünü ile olan ilişki ve etkileşim olarak değerlendirilebilir. Eksistem düzeyinde taklit mimari tasarım alanında ekolojik şehir projeleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu düzeyde bir aktarımın kentlerde kullanılması birçok araştırmacı tarafından savunulmaktadır (Graham, 2003; Kibert, Sendzimir ve Guy, 2002; Korhonen, 2001).

Bjarke Ingels (BIG) tarafından gerçekleştirilen Zira Adası Master Planı ekosistem düzeyinde biyomimetiğe örnek niteliğindedir. Azerbaycan'ın başkenti Bakü'de bulunan yaklaşık 1.000.000 m²'lik Zira adası (Nargin adası, Büyük Zire) için sıfır enerji prensibi ile üretilmiş bir turizm ve eğlence şehri projesidir. Adanın mevcut coğrafi yapısı içerisinde bitki örtüsü, su ve diğer doğal kaynakların bulunmaması dolayısı ile projenin kendine ait bir ekosistem olması hedeflenmiştir. Bu sayede yeni ve sürdürülebilir teknolojilerin sayesinde kendine yeten bir şehrin oluşması hedeflenmiştir (Yedekçi, 2015, s:152).



Şekil 47. Zira adası (Nargin adası, Büyük Zire) Projesi

Kaynak: <https://www.archdaily.com/12956/zira-island-carbon-neutral-master-plan-big-architects> Adresinden 10.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Benzer şekilde yüzde yüz yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanacak ve içerisinde kendine yeten bir şehir barındıracak olan The Line projesi de ekosistem düzeyine örnek olarak gösterilebilir. Söz konusu proje 170 km boyunca uzanan, görece çizgisel bir şehirdir. Genişliği 200 m yüksekliğinin ise 500 m civarında olacağı bilinmektedir. Şehir tamamlandığında 9 milyon kişinin barınması ve diğer bütün ihtiyaçlarını karşılayacak niteliklere sahip olacağı vurgulanmaktadır. Bütün insani ihtiyaçlara karşılık vermesi ve kedi kendine yetecek yenilenebilir enerji altyapısının bulunması ayrıca bir otomasyona bağlı olarak yaşamın ve diğer bütün işleyişin optimize edilmesi açısından ekosistem düzeyinde değerlendirilebilir yapıdadır.



Şekil 48. NEOM (NeoMustakbal) The Line

Kaynak: <https://www.arkitera.com/haber/suudi-arabistanda-gelecegin-sehri-the-line/>
Adresinden 11.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Söz konusu şehrin tasarımları, kentsel toplulukların gelecekte yollardan, arabalardan ve emisyonlardan arınmış bir ortamda nasıl olacağını somutlaştırmak üzere planlanmıştır. Bu da yine ekosistemlerin sıfır atık prensiplerine uygun olarak değerlendirilebilir. (Göncüoğlu, 2022).

Ekosistem düzeyinde biyomimetik, karmaşıklığı nedeniyle en zor; fakat kentsel tasarıma da en yakın seviyedir. Bu nedenle bu düzeydeki çalışmalar genellikle kent ölçeğinde konsept çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu biyomimetik düzeyinde tasarım yaklaşımının bir avantajı, diğer düzeyler ile birlikte ele alınabilmesi ve kullanılabilmesidir. Bunun yanı sıra, ara yüzlü (interfaced) veya biyo-destekli (bio-assisted) sistemler gibi mevcut sürdürülebilir inşa etme yöntemlerini de bu seviye ile birleştirmek mümkün görülmektedir.

Ekosistem düzeyinde biyomimetik yaklaşımın bir başka avantajı, birçok zamansal ve mekânsal ölçekte kullanılabilmesi ve belirli bir yere ait veya merkeziyetsiz, sürdürülebilir ve yenileyici tasarımlar yaratmak için zemin oluşturmaktır (Reap, Baumeister ve Bras, 2005). Biyomimetik ekosistem düzeyinin aktarım prensipleri kullanılarak dijital ortamlar (meta evrenler) içerisinde yada dijital ortam ve fiziksel ortam arakesitinde farklı yaklaşımlar geliştirmek mümkündür. Bu anlamda ekosistem

düzeyinde biyomimetik, düşünce seviyesinde de işlevsel bir seviyede de ele alınabilir yapıdadır.

3.3. Biyomimetik Düzeylerinin değerlendirilmesi

Tasarımda doğadan esinlenmenin sistemiği olarak adlandırabileceğimiz biyomimetik çoğunlukla analogi kavramı ile karıştırılmaktadır. Doğaya öykünme konusunda biçimin taklit edilmesi analogi kavramı ile örtüşmektedir fakat biyomimetik tasarımda biçimsel taklidin de seviyeleri bulunmaktadır. Bu nedenle doğadan esinlenilmiş her tasarım analogi olabilir fakat biyomimetik olarak adlandırılmayabilir. Kavram kargaşasının çözülebilmesi doğadan örnek alınan biçimin tasarıma sadece şekil olarak benzemesi değil biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev seviyelerine de uyumluluk göstermesi gerekmektedir. Bu seviyelere gösterdiği uyumluluk derecesine ve doğadan aldığı prensiplere göre biyomimetik tasarım olarak isimlendirilebilir. Organizma düzeyinin analogi kavramı ile benzemesi veya yer yer çelişmesi her iki kavramda da biçimsel taklidin gerçekleşmesi ile doğru orantılıdır. Fakat davranış ve ekosistem seviyelerinde durum farklıdır. Bu seviyelerde biçimin yanı sıra işleyiş prensipleri de devreye girmektedir. Doğadan esinlenilen ilgili örneğin ya da canlı-cansız varlığın doğal ortamında geliştirdiği yada yaradılışında var olan prensiplerin insan yaşamını kolaylaştırıcı herhangi bir prensibi alınabilir. Alınan prensibin somut olarak görünmesine gerek yoktur, arka planda çalışarak ilgili tasarımın farklı manalardaki işlevselliğine etki etmesi tasarımın biyomimetik olarak adlandırılması için yeterli olmaktadır.

Herhangi bir tasarımın biyomimetik olarak değerlendirilmesi tamamen tasarımcının vermiş olduğu bilgi, tasarımın işlevi ve tasarım prensiplerinin bilinmesi ile ölçülebilir hale gelmektedir. Ölçütlerin genel olarak Benyus (1997) ve Zari (2007) tarafından belirlenmiş olmasına rağmen bilimsel alan yazında söz konusu seviye belirlemesine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle herhangi bir tasarımın belirli parametrelerini kullanarak biyomimetik seviye belirlemesinde kullanılabilecek bir dijital kodlama çalışması yapılmıştır. Oluşturulan kod temelli yazılım çalışması verilen bilgilerin sayısal karşılığını oluşturmak ve belirli yüzdesel değerlere ulaşmak amacı ile kullanılacaktır. Böylece incelenen örneğin biyomimetik seviye uygunluğu yüzde olarak grafik anlatım ile ifade edilecektir. Bu çalışmanın biyomimetik seviye uygunluk analizi sürecini hızlandıracağı öngörülmektedir.

Söz konusu kaynak kodun içerdiği algoritma “anaconda” (ücretsiz ve açık kaynaklı, Python ve R programlama dillerinin bilimsel hesaplama kullanımında paket yönetimini kolaylaştırmayı amaçlayan bir özgür ve açık kaynaklı bir servis). adlı yazılımın “jupyter” kodlama aracında geliştirilerek Windows platformunda çalışılacak bir uygulama haline getirilmiştir.

Uygulama iki parçadan oluşmaktadır. Birincisi (Bkz: Şekil 50) ana düzeyler olarak kabul edilen organizma, davranış ve ekosistem düzeylerini değerlendirmektedir. Söz konusu değerlendirme iki şekilde gerçekleştirilebilir. Bunlardan birincisi tasarım ile ilgili mevcut bilgilerden ve tasarımcısının açıklamalarından yola çıkılarak 1 ila 5 veya 1 ila 10 şeklinde puanlama yapılarak yazılımın bir değer ve grafik oluşturması yolu ile sağlanabilir. İkinci yöntem ise tasarıma ait görseller ve bilgiler yazılıma girilerek yazılımın bir hesaplama yapması beklenebilir. Bu noktada yapay zeka (AI) ve makine öğrenmesi (ML) devreye girmektedir. Yapılan her deneme kod satırına fazladan veri eklemekte ve devamındaki görsellere biyomimetik seviyelerine göre 1- 10 arasında puan atamaktadır. Atanan puanlar grafiğe dönüştürülerek sunulmakta ve hangi seviyede taklidin daha yoğun olduğu belirlenmiş olmaktadır.

Biyomimetğin temel düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmaya uygun söz konusu yazılımın geliştirilmeye açık kaynak kodu aşağıdaki gibidir;

```
import tkinter as tk
from tkinter import filedialog, messagebox
from PIL import Image, ImageTk
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg

class Uygulama:
    def __init__(self, ana_pencere):
        self.ana_pencere = ana_pencere
        self.ana_pencere.title("Biyomimetik Ana Düzeyler V1")

        self.gorsel_yukle_btn = tk.Button(self.ana_pencere, text="Görsel
Yükle", command=self.gorsel_yukle)
        self.gorsel_yukle_btn.grid(row=0, column=0, pady=10, padx=10,
```

sticky="w")

```
self.gorsel_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Görsel Görüntüsü")
self.gorsel_label.grid(row=1, column=0, pady=10, padx=10)
```

```
self.organizma_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Organizma:")
self.organizma_label.grid(row=2, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.organizma_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.organizma_entry.grid(row=2, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.davranis_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Davranış:")
self.davranis_label.grid(row=3, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.davranis_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.davranis_entry.grid(row=3, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.ekosistem_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Ekosistem:")
self.ekosistem_label.grid(row=4, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.ekosistem_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.ekosistem_entry.grid(row=4, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.bilgi_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Bilgi:")
self.bilgi_label.grid(row=5, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.bilgi_entry = tk.Text(self.ana_pencere, height=5, width=20)
self.bilgi_entry.grid(row=5, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.hesapla_btn = tk.Button(self.ana_pencere, text="Hesapla",
command=self.hesapla)
```

```
self.hesapla_btn.grid(row=6, column=0, pady=10, padx=10)
```

```
self.grafik_goster_btn = tk.Button(self.ana_pencere, text="Grafik Göster",
command=self.grafik_goster)
```

```
self.grafik_goster_btn.grid(row=7, column=0, pady=10, padx=10)
```

```

self.sonuc_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Sonuç:")
self.sonuc_label.grid(row=8, column=0, pady=10, padx=10)

self.gorsel_path = None
self.gorsel = None

def gorsel_yukle(self):
    file_path = filedialog.askopenfilename(title="Select an Image",
filetypes=[("Image files", "*.png;*.jpg;*.jpeg;*.gif;*.bmp")])
    if file_path:
        self.gorsel_path = file_path
        self.gorsel = self.load_image(self.gorsel_path)
        self.gorsel_label.config(image=self.gorsel)
        self.gorsel_label.image = self.gorsel

def load_image(self, path, size=(200, 200)):
    image = Image.open(path)
    image.thumbnail(size)
    return ImageTk.PhotoImage(image)

def sınırla_değer(self, value):
    if not value:
        return 0
    value = float(value)
    return max(0, min(10, value))

def hesapla(self):
    # Değerleri sınırla
    organizma_value = self.sınırla_değer(self.organizma_entry.get())
    davranis_value = self.sınırla_değer(self.davranis_entry.get())
    ekosistem_value = self.sınırla_değer(self.ekosistem_entry.get())

    self.sonuc_label.config(text=f"Organizma: {organizma_value}, Davranış:

```

{davranis_value}, Ekosistem: {ekosistem_value}")

```
def grafik_goster(self):
```

```
    organizma_value = self.sınırla_değer(self.organizma_entry.get())
```

```
    davranis_value = self.sınırla_değer(self.davranis_entry.get())
```

```
    ekosistem_value = self.sınırla_değer(self.ekosistem_entry.get())
```

```
    categories = ['Organizma', 'Davranış', 'Ekosistem']
```

```
    values = [organizma_value, davranis_value, ekosistem_value]
```

```
    fig, ax = plt.subplots(figsize=(3.8, 2.7)) # %15 küçük boyut belirleyin
```

```
    ax.bar(categories, values, color='lightblue')
```

```
    ax.set_ylabel('Değerler')
```

```
    ax.set_title('Biyomimetik Düzeyler (0-10)')
```

```
    ax.set_facecolor('none') # Arkaplanı şeffaf yapma
```

```
    img_width, img_height = self.gorsel.width(), self.gorsel.height()
```

```
    img_width = int(img_width * 2)
```

```
    img_height = int(img_height * 2)
```

```
    canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, master=self.ana_pencere)
```

```
    canvas_widget = canvas.get_tk_widget()
```

```
    canvas_widget.grid(row=9, column=0, pady=5, padx=5, columnspan=2)
```

```
    img = ImageTk.PhotoImage(self.gorsel.image.resize((img_width,
img_height), Image.ANTIALIAS))
```

```
    img_label = tk.Label(self.ana_pencere, image=img)
```

```
    img_label.grid(row=10, column=0, pady=5, columnspan=2)
```

```
    ax.set_xticks(range(11))
```

```
    ax.set_xticklabels([str(i) for i in range(11)])
```

```
root = tk.Tk()
```

uygulama = Uygulama(root)

root.mainloop()

Örnek çalışma için Singapur’da bulunan “Super Trees” adlı yapılar seçilmiştir. Söz konusu örneğin seçilme nedeni yazılımın hızlı ver sağlıklı bir değerlendirme yapması için uygun olması ayrıca tasarım hakkında yeterli bilginin bulunmasıdır.



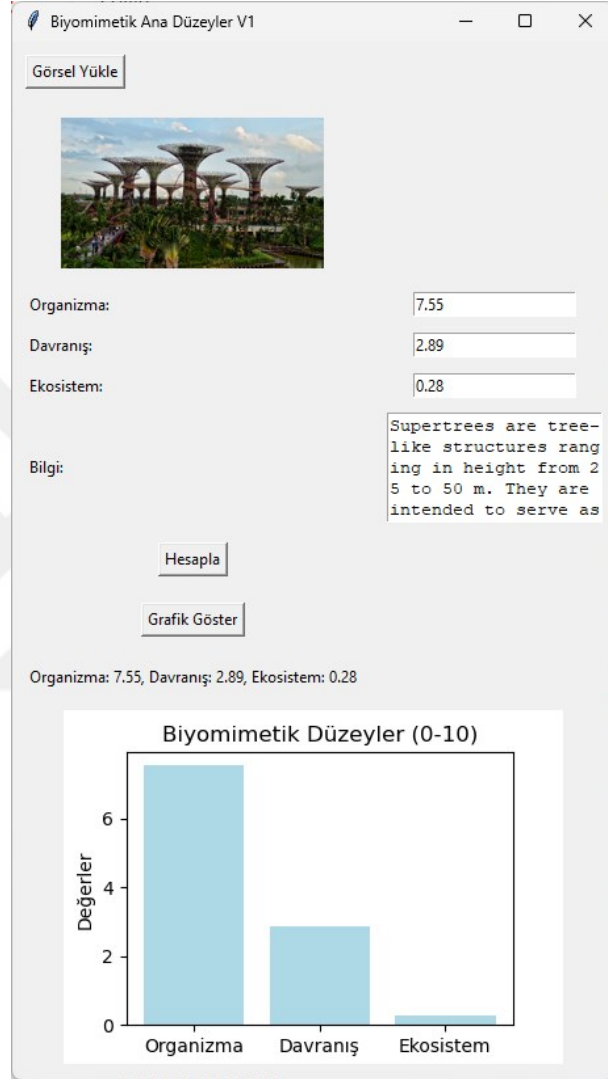
Şekil 49. Super Trees

Kaynak: <https://www.gardensbythebay.com.sg/en/things-to-do/attractions/supertree-grove.html> Adresinden 15.11.2023 Tarihinde Edinilmiştir.

Adı geçen tasarım 25 ila 50 metre arasında değişen çelik iskelete sahip yapay ağaçlardır. Doğada bulunan ağaçların hem soyutlanmış biçimlerini hem de işleyiş prensiplerini taklit etmektedir. Park içindeki diğer bitkilere ve ziyaretçilere gölgelik alanlar sağlamak, geniş yapraklı ağaçların oluşturduğu ormanları taklit etmektedir. Ancak, asıl yenilik, işleyiş prensiplerinin taklit edilmesinde yatmaktadır. Süper ağaçlar olarak adlandırılan 19 adet yapay ağaç, güneş panelleri ve pilleri kullanarak fotosentez mantığı ile enerji üretmektedir. Bu yapay ağaçlar, gündüzleri biriktirdikleri enerjiyi geceleri parkı aydınlatmak ve ışık gösterileri yapmak için kullanılmaktadır. Ayrıca, yağmur suyunu yakalayıp depolayan bu yapay ağaçlar, diğer bitkilerin sulanması için

gereken su miktarından tasarruf ettirmektedir.

Yukarıdaki kod ile oluşturulan uygulama ara yüzü kod satırı içerisine değer girmenin ve/veya analiz yapmanın karmaşık olabileceği düşünülerek kullanıcı dostu olacak şekilde ele alınmıştır.



Şekil 50. Biyomimetik ana düzeylerin belirlenmesinde kullanılan yazılım ara yüzü (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Oluşan sayısal değerler ve grafikten okunabildiği üzere büyük oranda organizma seviyesine uygunluk göstermektedir. Biçimsel aktarımın ön planda olduğu görülmektedir. Nispeten düşük bir oranda da davranış seviyesine uyum sağlamıştır. Bu noktadaki uyumun sebebi fotosentez mantığı ile güneşten enerji özümsemesi, su tutucu ve depolayıcı özelliği ve küçük bir oranda da gerçek ağaçlar gibi gölge sağlamasından

kaynaklanmaktadır. Ekosistem seviyesindeki taklit yok hükmündedir çünkü herhangi bir ekosistemi taklit etmemektedir. Sadece ağaç (bitki) taklidi yapılmasının sonucu olarak bitki ekosistemini taklit etme olasılığı 0.28'lik bir değer eklemiştir.

Organizma, davranış ve ekosistem değerleri belirlendikten sonra alt değerler olan biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev düzeylerinin değerlendirmesine geçilmektedir. Sistem neredeyse aynı şekilde çalışmaktadır. Kod satırlarında değişkenlik gösteren konu düzey başlıklarıdır. Kod aşağıdaki gibidir;

```
import tkinter as tk
from tkinter import filedialog, messagebox
from PIL import Image, ImageTk
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg

class Uygulama:
    def __init__(self, ana_pencere):
        self.ana_pencere = ana_pencere
        self.ana_pencere.title("Biyomimetik Alt Düzeyler V1")

        self.gorsel_yukle_btn = tk.Button(self.ana_pencere, text="Görsel Yükle",
command=self.gorsel_yukle)
        self.gorsel_yukle_btn.grid(row=0, column=0, pady=10, padx=10,
sticky="w")

        self.gorsel_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Görsel Görüntüsü")
        self.gorsel_label.grid(row=1, column=0, pady=10, padx=10)

        self.bicim_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Biçim:")
        self.bicim_label.grid(row=2, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
        self.bicim_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
        self.bicim_entry.grid(row=2, column=1, pady=5, padx=10)

        self.malzeme_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Malzeme:")
```

```
self.malzeme_label.grid(row=3, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.malzeme_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.malzeme_entry.grid(row=3, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.yapi_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Yapı:")
self.yapi_label.grid(row=4, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.yapi_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.yapi_entry.grid(row=4, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.surec_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Süreç:")
self.surec_label.grid(row=5, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.surec_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.surec_entry.grid(row=5, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.islev_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="İşlev:")
self.islev_label.grid(row=6, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.islev_entry = tk.Entry(self.ana_pencere)
self.islev_entry.grid(row=6, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.bilgi_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Bilgi:")
self.bilgi_label.grid(row=7, column=0, pady=5, padx=10, sticky="w")
self.bilgi_entry = tk.Text(self.ana_pencere, height=5, width=20)
self.bilgi_entry.grid(row=7, column=1, pady=5, padx=10)
```

```
self.hesapla_btn = tk.Button(self.ana_pencere, text="Hesapla",
command=self.hesapla)
```

```
self.hesapla_btn.grid(row=8, column=0, pady=10, padx=10)
```

```
self.grafik_goster_btn = tk.Button(self.ana_pencere, text="Grafik Göster",
command=self.grafik_goster)
```

```
self.grafik_goster_btn.grid(row=9, column=0, pady=10, padx=10)
```

```
self.sonuc_label = tk.Label(self.ana_pencere, text="Sonuç:")
```

```

self.sonuc_label.grid(row=10, column=0, pady=10, padx=10)

self.gorsel_path = None
self.gorsel = None

def gorsel_yukle(self):
    file_path = filedialog.askopenfilename(title="Select an Image",
filetypes=[("Image files", "*.png;*.jpg;*.jpeg;*.gif;*.bmp")])
    if file_path:
        self.gorsel_path = file_path
        self.gorsel = self.load_image(self.gorsel_path)
        self.gorsel_label.config(image=self.gorsel)
        self.gorsel_label.image = self.gorsel

def load_image(self, path, size=(200, 200)):
    image = Image.open(path)
    image.thumbnail(size)
    return ImageTk.PhotoImage(image)

def sınırla_değer(self, value):
    if not value:
        return 0
    value = float(value)
    return max(0, min(10, value))

def hesapla(self):
    bicim_value = self.sınırla_değer(self.bicim_entry.get())
    malzeme_value = self.sınırla_değer(self.malzeme_entry.get())
    yapi_value = self.sınırla_değer(self.yapi_entry.get())
    surec_value = self.sınırla_değer(self.surec_entry.get())
    islev_value = self.sınırla_değer(self.islev_entry.get())

    self.sonuc_label.config(text=f"Biçim: {bicim_value}, Malzeme:

```

{malzeme_value}, Yapı: {yapi_value}, Süreç: {surec_value}, İşlev: {islev_value}")

```
def grafik_goster(self):
    bicim_value = self.sınırla_değer(self.bicim_entry.get())
    malzeme_value = self.sınırla_değer(self.malzeme_entry.get())
    yapi_value = self.sınırla_değer(self.yapi_entry.get())
    surec_value = self.sınırla_değer(self.surec_entry.get())
    islev_value = self.sınırla_değer(self.islev_entry.get())

    categories = ['Biçim', 'Malzeme', 'Yapı', 'Süreç', 'İşlev']
    values = [bicim_value, malzeme_value, yapi_value, surec_value,
islev_value]

    fig, ax = plt.subplots(figsize=(5, 3))
    ax.bar(categories, values, color='lightblue')
    ax.set_ylabel('Değerler')
    ax.set_title('Biyomimetik Düzeyler (0-10)')
    ax.set_facecolor('none')

    img_width, img_height = self.gorsel.width(), self.gorsel.height()
    img_width = int(img_width * 2)
    img_height = int(img_height * 2)

    canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, master=self.ana_pencere)
    canvas_widget = canvas.get_tk_widget()
    canvas_widget.grid(row=11, column=0, pady=5, padx=5, columnspan=2)

    img = ImageTk.PhotoImage(self.gorsel.image.resize((img_width,
img_height), Image.ANTIALIAS))
    img_label = tk.Label(self.ana_pencere, image=img)
    img_label.grid(row=12, column=0, pady=5, columnspan=2)

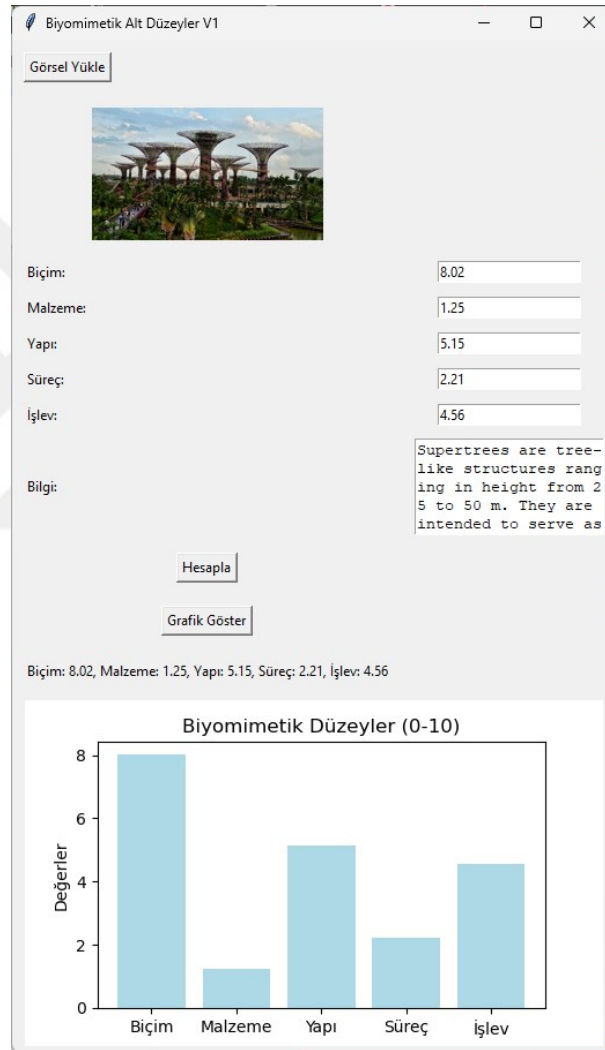
    ax.set_xticks(range(11))
```

```
ax.set_xticklabels([str(i) for i in range(11)])
```

```
root = tk.Tk()
```

```
uygulama = Uygulama(root)
```

```
root.mainloop()
```



Şekil 51 Biyomimetik alt düzeylerin belirlenmesinde kullanılan yazılım ara yüzü (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Alt düzey değerlendirmesi örneğinde biçim taklidi en üst seviyede görünürken bu seviyeyi yapı ve işlev takip etmektedir. Malzeme ve süreç kısımlarında da küçük oranlarda aktarımın bulunması ilgili tasarımın biyomimetik düzeylerine uygunluğunu

göstermektedir.

Her iki düzey değerlendirmesinde değer girilen kutucuklardan farklı olarak “bilgi” kısmı yer almaktadır. Bu kısma girilen bilgiler yazılımın internet ortamından bilgi toplayabilmesi amacı ile yapay zekâ araçlarında bulunan “prompt” mantığında çalışmakta ve ilgili bilgi parçacıklarına ulaşarak birleştirmesini sağlamaktadır. Değerler analizi gerçekleştiren kişi tarafından bilgi toplanarak manuel olarak girilmediği seçenekte “bilgi” kısmındaki veriler vasıtası ile yazılım arama gerçekleştirerek değerleri oluşturmaktadır. Mevcut bir veri sunucu kütüphanesinin bulunmaması ve internet ortamında arama gerçekleştirmesi uzun zaman almaktadır fakat bu kaynak kodların geliştirilebilir yapısı sayesinde bu süre kısaltılabilir ve sürecin diğer kısımları optimize edilebilir.

Yazılım ilk etapta istatistik yada veri analizi yapıyor gibi görünebilir fakat veri girişi ve aramaya bağlı değerlendirmeler yapıldıkça “pandas” (phyton) altyapısı sayesinde koda entegre makine öğrenimi tekniği ile söz konusu düzey değerlendirmeleri otonom şekilde yapılabilir.

Düzye değerlendirmesi ilgili tasarımın Biyomimetik prensipler ile tasarlanıp tasarlanmadığını kavramak açısından önem taşımaktadır. Gerek akademik gerekse konuya ilgi duyan diğer disiplinler tarafından analoji ve biyomimetik arasındaki farkın kavranması açısından başvuru kaynağı olarak değerlendirilebilir.

Biyomimetik tasarım ya da aktarım düzeylerinin değerlendirilmesi ekosistem düzeyinde taklidin fiziksel dünyada günümüz teknolojisi ile mümkün olmadığının ancak dijital ortamda yada yaklaşım olarak taklidinin mümkün olduğunun kanıtlanması amacını taşımaktadır. Tasarım dünyasında biyomimetik biçimsel ve davranışsal taklit amacı ile başvuru bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Tasarımı oluşturan öğelerin taklidi yerine tasarım eyleminin doğal prensiplerden aktarılmasını sağlayan bir yöntemin var olmayışı ekosistem düzeyine odaklanmayı gerektirmektedir. Bu noktadan hareket ile öncelikle ekosistem kavramı ve beraberindeki diğer kavramlar incelenerek tasarım eyleminin bir ekosistem şeklinde çalışmasını amaçlayan bir yöntem geliştirilecektir.

3.4. Örnekler Üzerinden Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri

Biyomimetik çatısı altında neredeyse bütün tasarım disiplinlerine ait örnekler bulmak mümkündür. Tez çalışmasının genel olarak mimari tasarım alanına odaklanmış olması bu alandaki örnekler üzerinden değerlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Fakat düzey değerlendirmelerine katkı sağlaması ve farklı tasarım anlayışlarındaki örneklerin

de değerdendirilmesi ekosistem seviyesinde uygulanmış örneğın bulunmadığı ve günümüz teknolojisi ile uygulanmasının mümkün görünmediğı hipotezini destekleyecektir. Bu bakımdan çalışmanın son bölümünün tutarlılığına katkı sağlayabileceğı gibi kendi içerisinde de bir derleme çalışması niteliğı taşıyacaktır. Gelecek çalışmalara kaynak niteliğindeki bu bölüm önceki çalışmalardan alıntılar ile birlikte yeni analizleri de içermektedir. İlgili çalışmalara ait veriler alındıktan sonra bir önceki bölümde detayları açıklanan yazılım ile sayısal değerdere dönüştürölerek grafikler şeklinde ifade edilecektir. Bu bölümdeki örnek çalışma ve tasarım yelpazesi mümkün olduğunca geniş tutulmaya çalışılmıştır.

Farklı disiplinden bir örnek olan Airbus A380'nin Sharklet adı verilen kanat tasarımı, uçak performansını artırmak ve yakıt tüketimini azaltmak amacıyla geliştirilmiş bir özelliktir. Sharkletler, kanat ucuna yerleştirilen aerodinamik yapılar olarak tanımlanır. Bu yapılar, kanat ucundaki dönüşlerin azaltılmasına ve aerodinamik etkinin artırılmasına yardımcı olur. Airbus A380'de kullanılan Sharkletler, kanat ucundaki akışın kontrolünü sağlayarak dönüşlerden kaynaklanan enerji kaybını azaltır. Bu da uçağın yakıt verimliliğini artırır ve genel performansını iyileştirir. Ayrıca, Sharkletlerin kullanımıyla uçağın çevresel etkileri azaltılarak daha sürdürölülebilir bir uçuş sağlanır. Bu tasarım, modern havacılıkta aerodinamik verimliliğı artırmak ve çevresel etkileri azaltmak için sıkça kullanılan bir stratejidir (Airbus, 2022).

Tablo 2

Airbus A380 Shark Kanat Tasarımı

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Havacılık		Uçak Kanatları		Köpekbalığı yüzgeci			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	✓	-	✓
		Davranış	-	-	-	-	-	-
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Tablo 3’ aktarım seviyeleri işaretlenmiş olan “robot arı” projesi sürü zekası terimi ile ilgilidir. Bu terim ilk olarak Gerardo Beni tarafından kullanılmıştır ve hücreli robotik sistemler sınıfını ifade etmek için ortaya atılmıştır. Ancak, terim daha çok sosyal yapıya sahip böcekler üzerindeki çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından benimsenmiş, asıl olarak anlatılmak istenen robotik bağlamından uzaklaşmıştır. Son yıllarda ise, sürü robotiği terimi sürü zekasının çoklu robot sistemlerine uygulanması olarak karşımıza çıkmış ve bu bağlamda varlıkların fiziksel olarak somutlaştırılması, varlıklar arası ve çevre ile gerçekçi etkileşimlerin vurgulanmasıyla öne çıkmıştır. Sürü robotiği terimi, aslında sürü zekasının biyotik sistemlere aktarımı için kullanılmaya tekrar başlamıştır (Şahin, 2004).

Sürü robotiği veya yaygın kullanımı ile “Swarm Robotics”, çok sayıda robotun doğadan ilham alınarak oluşturduğu bir sistemdir. Bu sistemde, birden fazla robot bir araya gelerek koordineli bir şekilde hareket eder ve belirli görevleri gerçekleştirir. Swarm Robotics’in temel amacı, kolektif davranışlarla karmaşık görevleri etkin bir şekilde yerine getirmektir (Johnson, 2022).

Bu alandaki araştırmalar genellikle böceklerin, balıkların veya kuş sürülerinin sosyal davranışlarını modelleme ve bu davranışları robot sistemlerine uygulama üzerine odaklanır. Bu sayede, robotlar birlikte çalışarak arama-kurtarma operasyonları, çevre

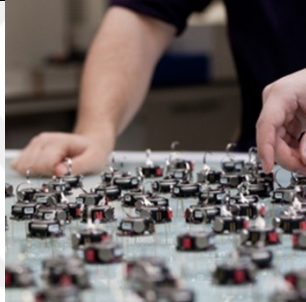
izleme, inşaat, tarım gibi çeşitli görevleri başarıyla yerine getirebilirler (Smith & Brown, 2019).

Swarm Robotics'in felsefesi, tek bir büyük ve karmaşık robot yerine, birçok küçük ve basit robotun işbirliği yaparak karmaşık görevleri daha etkin ve hızlı bir şekilde yerine getirebileceğidir (Anderson & Jones, 2018).

Bu şekilde canlı davranışları ve canlılar arasındaki belirli görevleri yerine getirme amacı ile kurulan bağlar taklit edilmektedir. Bu yönü ile biyomimetik tasarımın organizma ve davranış seviyelerine uyumluluk göstermektedir.

Tablo 3

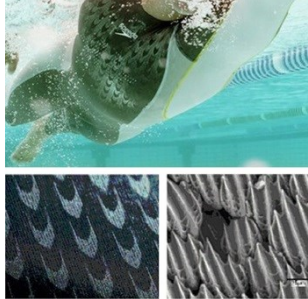
Swarm Robotics (Robot Arı Projesi)

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Robotik		Takım Robotlar		Arı kolonileri			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Bıçım	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	-	-	✓	-	✓
		Davranış	✓	✓	-	-	-	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Sharkskin yüzücü kıyafeti, köpekbalığı derisinde bulunan doğal özelliklerden esinlenerek tasarlanmış bir malzemedir (Oeffner & Lauder 2012). Bu kıyafetler, suyun üzerinde hareket ederken sürtünmeyi azaltarak yüzücülerin performansını artırmayı hedeflemektedir (Maxvell, 2022). Köpekbalığı derisi suyun akışını ve su içerisindeki yüzme hareketi esnasında daha az direnç oluşturmaktadır. Sharkskin yüzücü kıyafetleri de benzer bir yüzeye sahip olacak şekilde tasarlanmış ve suyun yüzeyinde daha hızlı hareket etmeyi sağlamayı amaçlamıştır. Doğadan akatarılan bu prensip ile ilgili tasarım biyomimetik organizma seviyesine uygunluk göstermektedir.

Tablo 4

Sharkskin Swimsuit

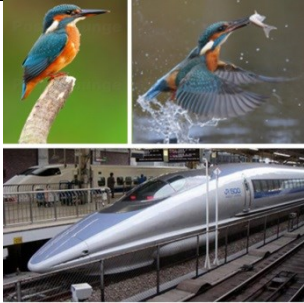
A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Spor		Yüzücü kıyafeti		Köpekbalığı derisi			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	✓	-	✓	
		Davranış	-	-	-	-	-	
		Ekosistem	-	-	-	-	-	

Shikansen Bullet treni saatte 350 km hıza çıkabilmesi dolayısı ile Dünyanın en hızlı demiryolu taşıtlarından biridir. Tren tünellerden geçerken hava basıncı oluşturmaması nedeni ile büyük bir gürültü çıkarmaktaydı. Bu durum çevredeki yerleşik sakinleri rahatsız etmekteydi. Tren mühendisleri doğada iki ortam arasında sarsıntısız ve sessiz bir şekilde geçiş yapabilen varlıkları araştırmaya başladılar. İçlerinde kuş gözlemcilerinin de bulunduğu bir ekip yalıçapkını kuşunun gaga yapısı sayesinde suya hızlı ve sessiz bir şekilde avı olan balıkları korkutmadan dalış yapabildiğini fark ettiler. Yalıçapkını kuşunun gaga yapısını trenin ön ve arka kısmına uygulanmış ve sadece ses problemi giderilmemiş aynı zamanda %10 daha hızlı hale gelmiştir. Ayrıca %15 daha az elektrik tüketimi ile daha tasarruflu hale gelmiştir (asknature.org, 2008).

Doğada kendi yaradılışından gelen donanımlar ile hareket eden bir varlıktan mekanik bir varlığa aktarım yapılması biyomimetik biliminin önemini göstermektedir. Bu tasarım ve mühendislik ürünü organizma ve davranış seviyelerine iyi bir örnek niteliğindedir.

Tablo 5

Shinkansen Bullet Treni

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Endüstriyel - Ulaşım		Yüksek hızlı trenler	- Yalıçapkını kuşu - Göçmen kuş türlerinin uçuş dizilimleri				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	✓	-	✓
		Davranış	✓	✓	-	✓	-	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Bitkilerin güneşten enerji özümsemeleri başka bir ifade ile fotosentez yapmaları yenilenebilir enerji için ilham kaynağı olduğu bilinmektedir. Bitkilerin fotosentez yeteneğinin taklit edilmeye çalışılması eski tarihlere dayanmaktadır. Bitkiler gibi güneşten enerji elde etmenin yolu güneş panellerini ortaya çıkarmıştır. Güneş panelleri ve fotovoltaik pillerin tarihsel gelişimi oldukça uzun bir sürece dayanmaktadır. Fotovoltaik etki, ilk olarak 1839 yılında Alexandre-Edmond Becquerel tarafından keşfedilmiştir. Ancak, ilgili tarihin teknolojik gelişmişliği göz önüne alındığında pratik uygulamaları ve kullanımları için daha fazla çalışma ve geliştirme gerekmektedir.

Zaman içerisinde yapılan çalışmalar ile modern güneş panellerinin gelişimi 1950'li yıllardan itibaren hız kazanmıştır. Bell Laboratories araştırmacılarından Calvin Fuller, Gerald Pearson ve Daryl Chapin, 1954 yılında ilk silikon fotovoltaik hücreyi geliştirmişlerdir. Bu hücre, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren temel bir teknolojiyi temsil etmektedir. İlk güneş paneli hücresinin kullanılması ve elde edilen enerjinin depolanmasından günümüze kadar bu alandaki çalışmalar devam etmiş ve günümüzde son derece yüksek verimliliğe ulaşarak enerji üretimi anlamında yerini sabitleştiren bir teknoloji haline gelmiştir. Teknolojinin gelişimine paralel olarak değişen ve gelişen güneş paneli teknolojilerinin esnlendiği prensip bitkilerin sahip olduğu fotosentez davranışı olarak kalmıştır. Taklit edilen bu davranış biyomimetik aktarım seviyelerinden davranış seviyesine örnek olarak gösterilmektedir.

Tablo 6

Yüksek verimli güneş panelleri

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Endüstriyel - Enerji		Yüksek verimli güneş paneli	-Bitkilerin fotosentez yeteneği				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	-	-	-	-	-	-
		Davranış	✓	✓	-	✓	-	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

OmniHeat, bir spor giyim üreticisi tarafından geliştirilen ve pazarlanan bir teknolojidir. Bu teknoloji, dış giyim ürünlerinde kullanılan bir ısı yansıtma teknolojisidir ve giysi kullanıcılarının vücut ısını korumak için tasarlanmıştır.

OmniHeat teknolojisinin temel prensibi, giysiye entegre edilmiş olan metalik noktaların (genellikle alüminyum tabaka veya benzeri bir malzeme) vücut tarafından yayılan ısıyı geri yansıtmasıdır. Bu yansıtma, vücuttan yayılan ısı enerjisinin geri dönmesini sağlayarak vücut ısısının korunmasına yardımcı olur. Bu sayede, giysi kullanıcılarının daha sıcak tutulması ve soğuk havalarda dış ortama karşı daha iyi korunması sağlanır. Aktarılan prensip kutup ayısı kürklerinin yapısından kaynaklanan ısı geçirmezlik özelliğidir. Organizma ana seviyesinin biçim, malzeme ve işlev alt seviyelerinde bir aktarımın gerçekleştiği ifade edilebilir.

Tablo 7

Columbia omniheat teknolojisi

A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli		
	- Endüstriyel - Tekstil			Termal regülasyon giysileri	Kutup ayısı kürk yapısı			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
				Alt Düzeyler				
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	✓	-	-	✓
		Davranış	-	-	-	-	-	-
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Otonom insansız hava araçları (İHA'lar) ile yırtıcı kuşların davranışları arasında belirli benzerlikler bulunmaktadır. Özellikle tasarım ve işlev açısından, İHA'ların tasarımları doğadan ilham alarak ve bazı yırtıcı kuşların yeteneklerini taklit edebilirler.

İlk olarak, İHA'ların termal aktiflik kullanımı yırtıcı kuşlara benzerlik gösterir. Bazı yırtıcı kuşlar, havada kalabilmek ve enerji tasarrufu yapabilmek için termal akımları kullanır. Benzer şekilde, bazı İHA'lar da termal aktiflik kullanarak uzun süre havada kalabilirler, bu da onların daha uzun görevler için kullanılmasını sağlar.

Ayrıca, İHA'ların açık hava navigasyonu yetenekleri yırtıcı kuşların doğal hareketlerine benzerlik gösterir. Yırtıcı kuşlar genellikle açık hava alanlarında avlanırken karmaşık manevralar yapabilirler. İHA'lar da benzer şekilde açık hava navigasyonu için tasarlanabilirler, özellikle engelleri aşma ve farklı ortamlarda seyrüsefer yapma yetenekleriyle dikkat çekerler.

Ayrıca, İHA'lar da gelişmiş görsel algı yeteneklerine sahiptir. Yırtıcı kuşlar, avlarını tespit etmek için gelişmiş görsel algıları kullanırlar. İHA'lar da çeşitli sensörler aracılığıyla çevrelerini algılayabilir ve bu bilgileri kullanarak hedefleri belirleyebilirler. Bu sayede, İHA'lar görevlerini daha etkili bir şekilde yerine getirebilirler.

Son olarak, İHA'ların hız ve manevra kabiliyeti de yırtıcı kuşlara benzerlik gösterir. Bazı yırtıcı kuşlar son derece hızlı ve manevra kabiliyetine sahiptirler. İHA'lar da benzer şekilde hızlı ve manevra kabiliyetine sahip olabilirler, özellikle askeri veya acil

durum operasyonlarında kullanıldıklarında bu yetenekleri ön plana çıkar.

Bu benzerlikler, İHA'ların doğadan ilham alarak geliştirildiği ve doğal sistemlerin işleyişini taklit etmeye çalıştığı önemli bir noktayı vurgular.

Tablo 8

Otonom insansız hava araçları

A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Savunma - Robotik - AI			Otonom insansız kâşif hava araçları		Yırtıcı kuşların avlanma ve gizlenme stratejileri			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri								
				Alt Düzeyler					
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	-	-	✓	
		Davranış	✓	✓	-	-	-	✓	
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-	

Masdar Şehri, Birleşik Arap Emirlikleri'nde, Abu Dabi'nin yaklaşık 17 kilometre güneydoğusunda yer alan ve sürdürülebilirlik odaklı bir şehir projesidir. Bu proje, Abu Dabi hükümeti tarafından başlatılmış ve özellikle çevresel sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji kullanımı, enerji verimliliği, yeşil teknolojilerin geliştirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması gibi konuları hedeflemektedir. Şehir projesinin ekolojik kaygılarının yanı sıra yapılaşma, araç ve insan sirkülasyonu problemlerine çözüm olarak arıların kovan içerisindeki yerleşim ve organizasyonları incelenmiştir. Bu doğrultuda şehir planı oluşturulmaya ve olabilecek en üst seviyede verimlilik elde edilmeye çalışılmıştır. Proje henüz uygulanmamıştır fakat bu ölçekte bir davranış aktarımı biyomimetik tasarım yaklaşımına iyi bir örnek niteliğindedir.

Tablo 9

Masdar şehri projesi

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Mimari - Şehir Bölge Planlama		şehir planlamasında etkili sirkülasyon ve organizasyon kurgusu	Arıların kovan içi hareket ve organizasyonu				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	-	-	-	-	-	-
		Davranış	✓	✓	-	-	✓	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

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

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

Strüktür doğada var olan hafif yapı prensiplerinden faydalanmaktadır. Tasarım eritra adı verilen böceklerin kabuksu ön kanatlarındaki ağ sistemi incelenerek oluşturulmuştur. Bu ağ sisteminin benzeri karbon fiber iplikler ile oluşturulmuş ve altıgen alt strüktüre robotlar yardımı ile parametrik teknikler kullanılarak sarılmıştır. Sert böcek kanadında bulunan ağ sisteminin benzeri karbon fiber iplikler ile oluşturulmuş ve altıgen alt strüktüre robotlar yardımı ile parametrik teknikler kullanılarak sarılmıştır. Strüktürün belirli alanlarında bulunan sensörler sayesinde ziyaretçi ve ya kullanıcı verileri işlenerek strüktürün hangi bölgesine hangi yoğunlukta parça eklenmesi veya çıkartılması hesaplanacak ve yeni parçaların üretimi yine robotlar tarafından gerçekleştirilecektir. Başka bir deyişle strüktür yaşayan bir organizma gibi ihtiyaca ve doğal koşullara ayak

uydurmak amacı ile büyüme eğilimi gösterecektir.

Tablo 10

Flament pavillion

A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli		
	- Mimari			- Hafif ve güçlü strüktrel yapılar üretmek - Kendi kendine organize olan biçimler ve yapılar.	İpek üreten örümcek türevi canlılar.			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
				Alt Düzeyler				
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	✓	✓	-	✓
		Davranış	✓	✓	-	-	✓	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Firefighting drone projesi, yangın söndürme operasyonlarında insansız hava araçlarının kullanımını içeren bir girişimdir. Bu proje, yangınla mücadelede teknolojik yenilikleri ve otomasyonu bir araya getirerek yangın söndürme operasyonlarını daha etkili hale getirmeyi amaçlamaktadır. Dronlar genellikle termal kameralar, yangın tespit sensörleri, su tankları ve yangın söndürme sistemleri gibi donanımlarla donatılmıştır. Bu sayede dronlar, yangın bölgelerinin tespit edilmesi, haritalanması ve müdahalesi gibi görevleri yerine getirebilirler. Proje, yangınların erken tespit edilmesi ve hızlı müdahale ile yangınların yayılmasının önlenmesi gibi avantajlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra, çevresel etkiler açısından da daha sürdürülebilir bir yaklaşım sağlar. Firefighting drones projesi, gelecekte yangınla mücadelede önemli bir rol oynaması beklenen teknolojik bir gelişmedir. Doğanın kendi kendine yetebilme ve tehditlere karşı savunma stratejileri geliştirmesi prensibinden yola çıkılarak oluşturulan proje canlı kolonilerinin hareketlerini taklit etmesi açısından davranış seviyesi aktarımı olarak ele alınmaktadır (Jahan vd.,2024).

Tablo 11

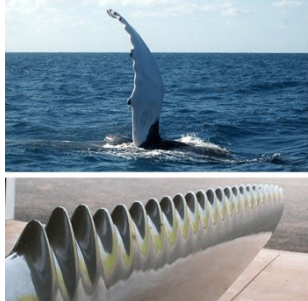
Firefighting drone projesi

A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Çevre koruma			-Yangın ile mücadelede etkili yöntemler bulmak		Karıncalar kolonileri ve karıncaların organize hareketleri			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri								
				Alt Düzeyler					
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	-	-	-	-	-	-	
		Davranış	✓	✓	-	-	✓	✓	
Ekosistem		-	-	-	-	-	-		

WhalePower teknolojisi, balina yüzgeçlerinden esinlenerek geliştirilen bir teknolojidir. Bu teknoloji, balinaların vücutlarında bulunan özel yapıları ve doku düzenlemelerini taklit ederek farklı alanlarda kullanılabilir. Özellikle uçak kanatları ve rüzgar türbinleri gibi alanlarda WhalePower teknolojisiyle tasarlanan sistemler, daha verimli bir şekilde çalışabilir ve enerji tasarrufu sağlayabilir. Bu teknolojinin temel amacı, doğadan ilham alarak mühendislik ve teknoloji alanında yenilikçi çözümler geliştirmektir. (Omidvarnia & Sarhadi 2024). Balinaların yüzgeçlerinde bulunan özel yapılar, su altında hareketlerini optimize eder. Bu yapılar, suyun akışını yönlendirir ve sürtünmeyi azaltır. WhalePower teknolojisi, bu yapıları taklit ederek hava veya su akışını optimize etmeyi amaçlar. Balina yüzgeçlerinin özel yapıları sayesinde su altında ilerlerken karşılaştığı sürtünme azalır. WhalePower teknolojisi de bu prensibi kullanarak hava veya su akışında sürtünmeyi azaltabilir (Henningfield, 2023).

Tablo 12

WhalePower-Windstalk projesi

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Enerji		-Verimli türbin kanatları		Balina yüzgeçleri			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	✓	-	✓
		Davranış	-	-	-	-	-	-
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

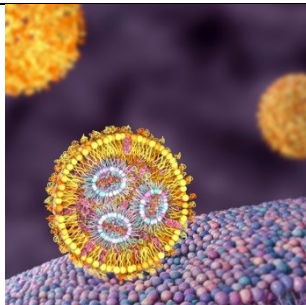
Biomimetik nanopartiküller, biyolojik sistemlerden esinlenerek tasarlanan ve genellikle ilaç teslimatı gibi alanlarda kullanılan nano boyuttaki yapısal öğelerdir. Bu nanopartiküllerin özellikleri, biyolojik sistemlerdeki benzer yapı ve fonksiyonlara dayanır. Örneğin, hedeflenmiş ilaç teslimatı için tasarlanmış olan biomimetik nanopartiküller, belirli hücrelere veya dokulara ilacı taşıyabilir ve bu da tedavinin etkinliğini artırabilirken yan etkileri azaltabilir.

Ayrıca, bu nanopartiküllerin doku yenilenmesi üzerinde olumlu etkileri olabilir. Özel olarak tasarlanmış nanopartiküller, doku rejenerasyonunu teşvik edebilir ve kemik gibi belirli dokuların onarımında kullanılabilir. Bunun yanı sıra, bazı biomimetik nanopartiküller görüntüleme tekniklerinde kontrast madde olarak kullanılabilir, bu da hastalıkların teşhisi ve tedavisi için önemli bir araç sağlar.

Antibakteriyel ve antiviral özelliklere sahip olan biomimetik nanopartiküller de dikkat çeker. Bu özellikleri sayesinde enfeksiyonların kontrol edilmesi ve önlenmesinde etkili olabilirler. Tüm bu özellikler, biomimetik nanopartiküllerin sağlık alanında çeşitli uygulamalar için önemli bir potansiyele sahip olduğunu gösterir.

Tablo 13

Biomimetic Nanoparticles

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Sağlık		-Vücut içi ilaç taşıma sistemleri		Hücre zarının geçirgenliği ve seçici taşıma özellikleri			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	-	-	-	-	-	-
		Davranış	✓	✓	-	✓	✓	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

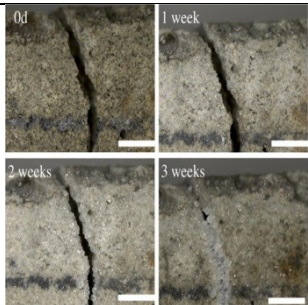
Kendi kendini onarabilen beton, çatlakların oluştuğu durumlarda, bu çatlakları otomatik olarak tamir edebilme özelliğine sahip. Bu sayede betonun iç yapısını ve takviye çeliklerini koruyarak yapıların servis ömrünü uzatıyor. Betonun bu kendini iyileştirme yeteneği genellikle, betona eklenen mineral karışımlar, bakteriler veya yapışkan sıvılar gibi teknolojiler kullanılarak sağlanıyor. Örneğin, betona eklenen bakteriler, çatlaklar ve gözenekler içinde kalsiyum karbonat kristalleri üreterek bu boşlukları doldurabiliyor (Wani vd., 2022).

Düşük karbonlu kendi kendini onarabilen beton teknolojileri, inşaat endüstrisinin karbon ayak izini azaltma yönündeki yenilikler arasında öne çıkıyor. Beton, küresel karbondioksit emisyonlarının yaklaşık %8'ini oluşturuyor ve bu oran, artan nüfusla birlikte yükselmeye devam edebilir. Bu nedenle, yeşil beton ihtiyacı, hukuki düzenlemelerin de etkisiyle küresel olarak artıyor.

Canlılara ait bir özellik olan iyileşme prensibini taklit etmesi ile biyomimetik davranış düzeyine ve organizma ölçeğinde karakteristikler barındırması açısından da organizma düzeyine örnek olarak gösterilmektedir (Albuhairi & Di Sarno 2022).

Tablo 14

Self Healing Concrete

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Endüstriyel - İnşaat - Malzeme		Kendi kendini iyileştiren malzemeler	Deniz kabukluları				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Bıçım	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	-	✓	✓	✓	✓
		Davranış	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Aeroakustik paneller, gürültü kontrolü için kullanılan ses yalıtım ürünleridir ve genellikle endüstriyel ve mimari uygulamalarda kullanılır. Bu paneller, özellikle dış mekanda rüzgar gürültüsünün azaltılması amacıyla tasarlanmıştır. Tasarımında yarasa kanatlarındaki doku yapısı taklit edilmeye çalışılmış ve bu şekilde ses emilimi üst seviyelere çıkarılmaya çalışılmıştır. Organizma düzeyinde farklı bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 15

Aeroacoustic Panels

A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi		Taklit Edilen Varlık		Tasarım Görseli	
	- Endüstriyel - Yalıtım			Yüksek verimli ses yalıtımı		Yarasa kanatları			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri								
				Alt Düzeyler					
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	✓	-	✓	
		Davranış	-	-	-	-	-	-	
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-	

Biyomimetik tasarım yaklaşımı günümüzün modern mimari yapılarında kendini sıklıkla göstermektedir. Tayvan'da bulunan Taipei 101 adlı gökdelen mimar Chang Yong Lee tarafından tasarlanmıştır. Yapı geleneksel Uzakdoğu mimarisini andırsa da çıkış noktası bambu bitkisinde yer alan boğumlardır. Bambu bitkisi sağlam yapısı ile bilinir, bitkiye bu yapısal dayanımı kazandıran sıkı bir şekilde gelişen lifleri ve bitki üzerinde bulunan boğumlardır. Taipei 101 de de bambu bitkisinde gözlemlenen bu özellikler kullanılmıştır. Organizma düzeyinde taklit ve aktarma örnek olarak gösterilmektedir.

Tablo 16
Taipei 101

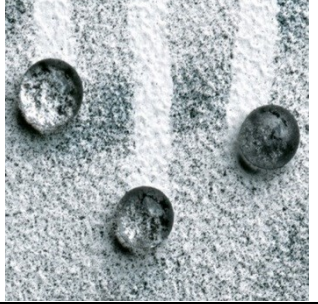
A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli		
	- Mimari			Yüksek katlı yapılarda mukavemet	Bambu bitkisi			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
				Alt Düzeyler				
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	✓	-	✓
		Davranış	-	-	-	-	-	-
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

Malzemelerin doğadan esinlenerek üretilmesi, sadece esin kaynağı olan varlığın biçimi ile sınırlı değildir. Bu yaklaşım, doğadaki varlıkların davranışlarından, kimyasal yapısından ve dış etkilere karşı geliştirdiği özelliklerden de ilham almayı içerir. Doğadan esinlenerek geliştirilen malzemeler, genellikle daha etkili, dayanıklı ve çevre dostu özelliklere sahip olma potansiyeline sahiptir.

Örneğin, nilüfer yaprağının kir tutmama özelliği doğadan alınan önemli bir ilham kaynağıdır. Nilüfer yaprağında bulunan suyu itme yeteneğine sahip yapışkan kristaller, araştırmacı Wilhelm Barthott tarafından keşfedilmiştir. Yapraktaki tümsekli yapı, toz gibi kirletici maddelerin yaprağa yapışmasını engeller ve suyla temas ettiğinde kolayca temizlenmesini sağlar. Bu özellik, yapı malzemelerinde dış cephe boyaları ve kaplamalarında kendi kendini temizleme özelliği olarak kullanılmıştır. Bu özellik, "lotus etkisi" olarak bilinir ve kirlenmeye yatkın malzemelere kir tutmama yeteneği kazandırmak için seramik, cam, ahşap, tekstil gibi farklı malzemelerde uygulanabilir. Bu şekilde, doğadan esinlenen malzemelerin tasarımı ve kullanımı, teknolojik gelişmelere ve çevresel etkenlere daha uyumlu ve etkili çözümler sunmayı hedefler.

Tablo 17

Lotusan boya

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Endüstriyel - Kimya		Kendi kendini temizleyen boya	Lotus bitkisi				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	-	✓	✓	-	✓
		Davranış	✓	✓	✓	-	-	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

İsveçli mühendis ve avcı Georges De Mestral (1907-1990), biyomimetik biliminin önemli bir örneği olan cırt-cırt malzemesini keşfetmiştir. 1948 yılında av sezonunda köpeğiyle kırsal alanda dolaşırken, pıtrak otu olarak bilinen *Xanthium Spinosum* bitkisinin meyvelerinin av pantolonunun yünlü kısımlarına ve köpeğinin tüyelerine yapıştığını fark etmiştir. Bu gözlem üzerine bitkiyi detaylı bir şekilde incelemeye başlamıştır.

De Mestral'ın dikkatini çeken şey, pıtrak otunun meyvelerinin üzerindeki minik çengelli tüylerin, diğer yüzeylere yapışarak bir bağlantı oluşturmalarıdır. Bu doğal yapının güçlü ve esnek bir bağlantı sağladığını gözlemlemiştir. De Mestral, bitkinin bu yapısını taklit etmek ve bir malzeme olarak kullanmak fikrini geliştirmiştir.

Sonuç olarak, De Mestral'ın keşfiyle cırt-cırt malzemesi ortaya çıkmıştır. Bu malzeme, doğadan ilham alınarak yapısal açıdan doğayı taklit eden malzemelerin önemli bir örneğini oluşturur. Cırt-cırt malzemesi, küçük çengelci yapılarıyla birbirlerine yapışarak geçici bir bağlantı sağlayan ve kolayca açılıp kapanabilen bir yapıya sahiptir. Bu özellikleri, giysi ve diğer ürünlerde kullanılmak üzere birçok alanda avantaj sağlamaktadır.

Tablo 18

Velcro bant (cırt-cırt)

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Endüstriyel - Tekstil		Yapışkan bant	Pıtrak otu Dulavrat otu				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	✓	-	✓	
		Davranış	✓	✓	-	-	✓	
		Ekosistem	-	-	-	-	-	

Bjarke Ingels Group (BIG) tarafından tasarlanan Zira Adası Master Planı, ekosistem seviyesinde biyomimetik bir yaklaşımın mükemmel bir örneğini sunmaktadır fakat henüz uygulanmadığı için konsept proje olarak değerlendirmeye alınmaktadır.. Bakü, Azerbaycan'da yer alan ve yaklaşık 1.000.000 m² büyüklüğündeki Zira Adası için geliştirilen bu proje, turizm ve eğlence odaklı bir şehir olarak planlanmıştır ve sıfır enerji prensibine dayanmaktadır. Adanın doğal bitki örtüsü, su ve diğer kaynaklardan yoksun coğrafi yapısı göz önünde bulundurularak, projenin kendi kendine yetebilen bir ekosistem olarak tasarlanması amaçlanmıştır. Yenilikçi ve sürdürülebilir teknolojiler kullanılarak, adanın kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen bağımsız bir şehir haline gelmesi hedeflenmiştir (Yedekçi, 2015, s.152).

Tablo 19

Zira Adası Projesi (konsept)

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Mimari		Kendi kendine yeten ve organize olabilen yerleşke projesi.	- Canlı ekosistemler				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	-	-	-	-	-	-
		Davranış	-	-	-	-	-	-
		Ekosistem	✓	✓	-	-	✓	✓

Dubai'de bulunan Switch restoran, iç mekan tasarımında coğrafyanın özelliklerini yansıtan özgün bir yaklaşım benimsemiştir. Restoranın iç mekanı, güçlü, simetrik, yumuşak ve organik özelliklere sahip sürekli ve dalgalı duvarlarla çevrilidir. Bu tasarım, çöl kumlarının rüzgar tarafından şekillendirilmiş yapısından ilham alınarak oluşturulmuştur. Restoranın iç mekan tasarımı sadece görsel olarak değil, aynı zamanda sahip olduğu biçimsel özellikler dolayısıyla pratik çözümler de sunmaktadır. Özellikle havalandırma ve akustik açıdan, dalgalı duvarlar rüzgarın doğal akışını taklit ederek mekanda doğal bir hava sirkülasyonu sağlar ve ses yalıtımını optimize eder. Bu sayede, iç mekan hem estetik hem de işlevsel açıdan dengeli ve kullanışlı bir atmosfere sahip olur.

Tablo 20

Switch Restoran

A	Tasarım Türü / Alanı			Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli		
	- Mimari - İç Mimari			- Hafif strüktür - Monoblok yapı kabuğu	- Deniz kabukluları			
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
				Alt Düzeyler				
				Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	✓	-	✓	
		Davranış	-	-	-	-	-	
		Ekosistem	-	-	-	-	-	

Shimizu Tokyo Körfezi'nde yapılması düşünülen devasa bir piramit şeklindeki yapı projesidir. Konsept bir proje olan Shimizunun temelleri ağaç köklerinden ilham alarak tasarlanmıştır. Ağaç kökleri, doğada güçlü ve dayanıklı yapılarıyla bilinirler. Shimizu projesinde de bu doğal dayanıklılık ve sağlamlık, yapısal özelliklerin temelini oluşturur.

Ağaç köklerinin dallanma ve birleşme şekilleri, projenin çeşitli katmanlarının bir araya gelerek güçlü bir yapı oluşturmaya ilham vermiştir. Ayrıca projenin tamamını kapsayan kendi kendine yetme prensibi doğadaki varlıkların hayatta kalma becerilerinin taklidini içermektedir. Organizma seviyesinde bir aktarımdan bahsedilebileceği gibi, davranış biçimi, yapısı ve sonuç olarak işlevi olarak da aktarımın bulunduğu söylenebilir.

Tablo 21

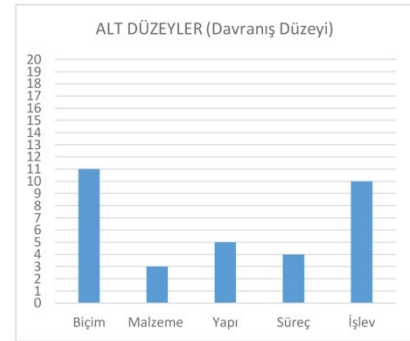
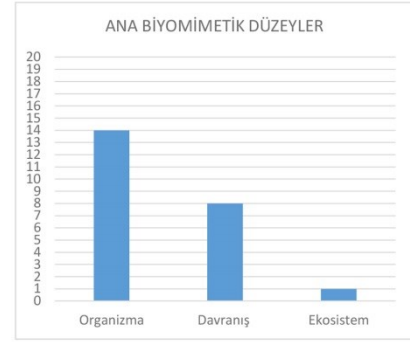
Shimizu TRY 2004 Mega-City Pyramid

A	Tasarım Türü / Alanı		Tasarım Hedefi	Taklit Edilen Varlık	Tasarım Görseli			
	- Mimari		Depreme Dayanıklı mega şehir yaratmak.	- Ağaç köklerinin yapısı ve toprağa tutunma eğilimi				
B	Biyomimetik Düzey Değerlendirmeleri							
			Alt Düzeyler					
			Biçim	Malzeme	Yapı	Süreç	İşlev	
	Ana Düzeyler	Organizma	✓	✓	-	✓	-	✓
		Davranış	✓	✓	-	✓	-	✓
		Ekosistem	-	-	-	-	-	-

3.5. Bölüm Sonucu

Biyomimetik tasarım prensipleri ile oluşturulduğu bilinen farklı tasarım disiplinlerinden farklı örneklerinden seçilen 20 tasarımın analizi Benyus 1997 tarafından tanımlanan organizma, davranış, ekosistem ve Zari 2007 tarafından bu seviyelerin alt basamakları olan biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev olarak tanımlanan biyomimetik seviyelerine göre yapılmış ve tablolastırılmıştır. Tablo üzerindeki veriler ile düzeylere ait grafikler oluşturulmuştur.

Tasarım	Biyomimetik Düzeyler		Alt Düzeyler									
Airbus A380 Shark Kanat	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Swarm Robotics	Organizma	✓	Biçim		Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Sharkskin Swimsuit	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Shinkansen Bullet Treni	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Yüksek verimli güneş panelleri	Organizma		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Omniheat Teknolojisi	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Otonom İnsansız Hava Araçları	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Masdar Şehri Projesi	Organizma		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Flament pavillion	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Firefighting Drone Projesi	Organizma		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
WhalePower-Windstalk projesi	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Biomimetic Nanoparticles	Organizma		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Self Healing Concrete	Organizma	✓	Biçim		Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Aeroacoustic Panels	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Taipei 101	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Lotusan Boya	Organizma	✓	Biçim		Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Velcro bant (cirt-cirt)	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Zira Adası Projesi (konsept)	Organizma		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı		Süreç	✓	İşlev	✓	
Switch Restoran	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	✓	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓
	Davranış		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		
Shimizu TRY 2004 Mega-City Pyramid	Organizma	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Davranış	✓	Biçim	✓	Malzeme	Yapı	✓	Süreç	✓	İşlev	✓	
	Ekosistem		Biçim		Malzeme	Yapı		Süreç		İşlev		



Şekil 52. Biyomimetik Örnek Değerlendirmesi ve Düzey Grafikleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Yapılan analizlerle ilgili örneklerin değerlendirilmesi sonucunda organizma düzeyinde aktarımın en üst seviyede olduğu, davranış düzeyinde aktarımın sayıca daha az olduğu ve ekosistem düzeyinde aktarımların fikir seviyesinde kaldığı görülmüştür. Alt biyomimetik düzeylerde aktarımın ise genellikle her basamakta gerçekleşebildiği

görülmüştür. İncelenen çalışmaların grafik olarak ifade edilmesi ile sonuç açıkça görülmektedir.

Biyomimetik aktarımın en yoğun şekilde organizma düzeyinde gerçekleştiği bilinmektedir. Davranış seviyesinde de örneklerin bulunduğu bilinmektedir. Fakat ekosistem seviyesinde konsept proje sayılabilecek az sayıda örnek bulunmaktadır.

Tez çalışmasının odaklandığı nokta olan biyomimetik ekosistem seviyesinde çalışmanın olmaması tezin birinci hipotezinin kanıtlanmış olduğu varsayılabilir. Bu seviyede fiziksel projelerin üretilmesi günümüz teknolojisi ile mümkün görünmemekle birlikte verimliliği veya karlılığı gibi konularda varsayımda bulunmanın tutarlı olmadığı söylenebilir.

Biyomimetik ekosistem seviyesi, doğadaki organizmaların etkileşimlerinin, yapılarının ve işlevlerinin dijital dünyada taklit edilerek yeni bir yapı oluşturulmasının hedeflendiği bir düzey olarak değerlendirilmektedir. Bu seviyede, yapay zeka, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği ve benzeri teknolojiler kullanılarak doğadaki ekosistemlerin öğrenilmesi ve bu bilgilerin dijital sistemlere entegre edilmesinin amaçlandığı fikir aşamasında çalışmalar bulunmaktadır. Bilinen bir örnek doğadaki organizmaların birbirleriyle olan etkileşimleri ve adaptasyon yetenekleri, akıllı sensörler ve veri analitiği sayesinde dijital dünyada simüle edilebileceği yönündedir. Bu sayede, çevresel izleme ve yönetim, enerji verimliliği, sürdürülebilirlik ve daha birçok alanda yenilikçi çözümler geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Biyomimetik ekosistem seviyesindeki aktarım potansiyelinin, doğadan ilham alınarak dijital dünyada daha verimli, esnek ve sürdürülebilir sistemlerin oluşturulmasına olanak tanıyacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda biyomimetik ekosistem seviyesi özelinde bir tasarım ekosistemi geliştirmek hedeflenmektedir. Söz konusu bu ekosistemin altyapısının oluşturulması için öncelikle ekosistem kavramının incelenmesi ve öğrenilmesi amacı doğrultusunda tez çalışmasına devam edilecektir.

BÖLÜM 4

EKOSİSTEM KAVRAMI

"Doğa, hiçbir zaman bir problem yaratmaz, sadece çözümler sunar."

Buckminster Fuller

Biyomimetiğin ekosistem düzeyini daha iyi kavramak ve bir tasarım ekosistemi tanımlamak için öncelikle “ekosistem” kavramını anlamak gerekmektedir.

4.1. Ekosistem Kavramı

Ekosistemin canlı ve cansız varlıkların kendileri ve diğer varlıklar arasında kurdukları ilişki olarak tanımlanabilir. Ekosistem kavramı 1866 yılında Alman biyolog Ernst Haeckel’in ortaya attığı ekoloji teriminden türemiştir. İlk kez 1935 yılında İngiliz botanikçi Arthur George Tansley’in dile getirdiği ve Eugene P. Odum’un sistematik olarak tanımladığı ekosistem, doğadaki canlı ve cansız varlıkların belirli bir çevre içerisinde birbirleri ile etkileşime girerek oluşturdukları kararlı bir sistem olarak tanımlanmıştır (Yeang, 2012, s:30). Yeryüzünün tamamını ekolojik bir birim olarak düşündüğümüzde ekosistem bu birimin içerisindeki biyolojik bir örgütlenme sistemidir. Çepel, 1992’ye göre ise ekosistem canlı ve cansız varlıkların bir araya gelerek oluşturdukları sistemdir. Odum ve Barrett, 2008’in ekosistem tanımı ise; “Ekosistem, belirli bir coğrafi alanda bulunan çeşitli canlı türlerinin, hem birbirleriyle hem de çevreleriyle etkileşim içinde olduğu, canlı ve cansız unsurların bir araya gelerek biyotik yapıları oluşturduğu bir sistemdir. Bu sistemler, canlı organizmaların ve çevresel faktörlerin bir araya geldiği karmaşık yapıları temsil eder ve buna ekosistem adı verilir” şeklindedir.

Bir ekosistemin başlıca karakteristik özelliği her boyutta olabilmesidir. Hiçbir ekosistem tek başına var olamaz. Ekosistemler her düzeyde açık bir sistem oluşturur; her ekosistem enerji madde akışları ile birbirine bağlanmış durumdadır. Her sistem çevresindeki sistemlerle enerji ve madde alışverişinde bulunur. Bir ekosistemin sınırları çizilirken komşuları ile olan bağlantı ve akışları da hesaba katmak gerekir. Bu bağlantı ve akışların kopması ekosistemin dağılması anlamına gelmektedir (Yeang, 2012, s:30).

Ekosistem bitki, hayvan toplulukları, mantarlar vs. organizmaların uzun süre birlikte evrim geçirdiği ve bileşenler arasında farklı tür ve derecelerde bağımlılık

ilişkilerinin geliştiği bir enerji-işletim sistemi olarak; yada basitçe cansızçevreleri ile işlevsel bir arabirim oluşturacak şekilde etkileşime giren dinamik bir bitki, hayvan ve mikroorganizma topluluğu olarak da tanımlanabilir.

Bir ekosistemi oluşturan temel bileşenler katmanlar, yapısal bileşenler ve süreçler olarak sıralanabilir (Yeang, 2012, s:32).

Tablo 22

Ekosistem oluşturan bileşenler

EKOSİSTEM OLUŞTURAN BİLEŞENLER	
Katmanlar	-Yeşil kuşak veya ototrofik katman: organizma ve bitkiler ışık enerjisini tutar ve basit inorganik maddelerden yararlanır. Karmaşık madde bileşimi ağırlıktadır. -Kahverengi kuşak veya heterotrofik katman: organizmalar karmaşık maddelerden yararlanarak ilgili maddeleri ayrıştırır ve yeniden düzenler. Madde çözülmesi ağırlıktadır.
Yapısal Bileşenler	-Madde döngülerine karışan inorganik maddeler, karbon, nitrojen, karbondioksit, su vs. -Organik maddeler ve alaşımlar, proteinler, karbonhidratlar, lipitler, biyotik ve abiyotikleri birbirine bağlayan benzer maddeler. - iklimle bağlı değişkenler -Üretici ve tüketici organizmalar -Ayrıştırıcı organizmalar.
Süreçler	-Enerji akışları -Besin zinciri -Çeşitlilik örüntüleri (mekânsal ve zamansal) -Mineral, besleyici madde döngüsü -Gelişim ve evrim -Denetim ya da sibernetik (karmaşık sistem denetleyici) unsurlar.

Ekosistemler bulundukları alan özelliklerine veya içerisinde barınan varlıklara

göre isimlendirilebilir. Bununla birlikte her ekosistemin kendine özgü karakteristiklerinin olduğu da bilinmektedir. Odum, 1963; Odum, 1969; Çepel, 1995; Evrendilek, 2004; Çepel, 2006; Görür, 2007; Wallace, 2007; Ranganathan vd., 2008; Power, 2010; Akman vd., 2012; Arslan-Muhacir, 2014'ün çalışmalarında bakıldığında aşağıdaki gibi bir özellik genellemesi yapılabilmektedir.

- Ekosistemler, karşılıklı etkileşim içerisinde bulunan biyotik ve abiyotik unsurlardan meydana gelmektedir.
- Ekosistemler, ekolojinin en temel ve fonksiyonel birimi olarak kabul edilir.
- Ekosistemler, dünyanın üç boyutlu (atmosfer, litosfer, hidrosfer) kesitini ifade eden biyolojik sistemlerdir.
- Ekosistemler yeryüzünde farklı şekillerde (göl ekosistemi, dağ ekosistemi gibi) yer alırlar.
- Ekosistemler, insan refahı için gerekli pek çok özelliği bünyesinde barındıran alanlardır.
- Ekosistemler, doğal kaynaklarının sürdürülebilirliğinin temelini oluşturan sistemlerdir.
- Ekosistemler, kendilerini yenileme yeteneğine sahip sistemlerdir.

4.1.1. Ekosistemlerde Dinamik ve Bilgiye Dayalı İşleyiş Sistemi

Ekosistemdeki bileşenler süreçle tanımlanır. Olgun ekosistemlerin çok sayıda etkileşim kanalı vardır. Bu kanallar her topluluğa geri besleme yaparak yüksek çevre denetimi ve sistem genelinde kararlık sağlar. Buna “bilgiye dayalı” bir işleyiş sistemi olarak bakılabilir. Biyotik sistemde enerjinin erişebilirliği, etkin davranışları ödüllendirmek üzere geliştirilmiş mekanizmalarla denetlenir. Olgun bir canlı topluluğu zengin bir geribesleme sistemiyle çalışır. Bu sistem bir bileşendeki değişimlerin ekosistemin tamamını etkilemesini sağlar. Çevredeki değişimlere uyaranabilme (evrimi harekete geçiren özellik) imkanı verir. Olgun ekosistemler doğal ortamlarında yaşamlarını sürdürür, uyaranır ve evrim geçirir. Bu durum ekotaklit için de bir hedef olmalıdır: Çevredeki bozulmalara direnç gösterebilmesi için yapı sisteminin, yeniliklere uyum sağlamasını ve kendinin düzelterek kararlılığını sürdürmesini sağlayacak zengin bir geribesleme mekanizmasına sahip olması gerekir. Enerji ve madde kaynaklarının boşa harcanmayıp korunması sağlanmalıdır. Yapılı çevrenin ciddi bozulmalar karşısında

kendini koruması ve değişime ayak uydurabilmesi buna bağlıdır. Söz gelimi tropikal yağmur ormanlarının, ilaç yapımında kullanılabilecek kimyasal maddeler içeren ve henüz yeni yeni işlenmeye başlanan bir kaynak olduğu herkesçe bilinmektedir. Bu kaynaktan yararlanarak, yapay sistemlerde üreyen, hızla çoğalıp mutasyona uğrayan hastalık ve salgınlarla etkin bir şekilde mücadele edebiliriz. Ancak yapay sistemleri çoğu zaman doğadaki işlevsel çeşitliliği basite indirgeyerek ekosistemlerde geniş ölçekli “bozulmalar”a yol açmaktadır. Bu durum, biyosferdeki doğal ekosistemlerin, gelecekte yaşanacak olası şokları etkisiz kılacak şekilde korunmasını daha da zorunlu hale getirmektedir.

4.1.2. Ekosistemlerde İşbirliği ve Rekabet Arasındaki Eşgüdüm

Ekosistemlerde türler arasındaki işbirliği ve rekabet eşgüdümlü ve dengelidir. Böylece sistem bir yandan her bir türe kendi içinde hareket serbestisi tanırken, diğer yandan türsel faaliyet örüntülerini iç içe geçirir. Yaşam sistemleri birbiriyle bağlantılıdır ve yaşamın sürdürülebilirliği açısından birbirine bağımlıdır. Kabul etmeliyiz ki yapılı çevre de doğal ekosistemlere aynı şekilde bağımlıdır. İnşa edilmiş (yapay) çevre ile verili (doğal) çevre arasındaki karşılıklı bağımlılık bir tür “bağlanmışlık” duygusu uyandırabilir. Bu duygu, insan girişimlerini dolaylı olarak her şeyin üzerinde tutan ve insanın aslında doğayla bağlantı kurma ve bütünleşme gereği duymadan özgürce hareket edebileceğini savunan güncel bilimsel, toplumsal, politik ve ekonomik bağlamın sınırları dışına çıkmayı gerektirir. Bir yapılı çevre ve kullanıcıları doğal çevreyle binbir çeşit yoldan bağlantı kurar. Ekotasarım bu bağlantıları olabildiğince bütünleştirmeyi amaçlamalıdır. Ekotasarım bu bağlantıları olabildiğince bütünleştirmeyi amaçlamalıdır. Ekotasarımı, bütünüyle başarılması için yoğun çaba harcanması gereken zorlu, karmaşık, ama bir o kadar zorunlu bir iş haline getiren de bu amaçtır.

Daha açık ifade edersek, biyobütünleşme odaklı tasarımlarımızın yapılı çevre ile ekosistemler arasındaki bağlantıları ve karşılıklı bağımlılıkları ele alıp yaratıcı bir şekilde uyarlaması gerekir. Bu da ekolojik tasarıma, birbirinden kopuk neden-sonuç ilişkileri bağlamında bakmamayı gerektirir. Ekotasarım tasarım yoluyla kapsamlı bir bütünleşmeyi amaçlar. Bu bütünleşme biyosferdeki ekosistemlerin yanı sıra yapay sistemindeki enerji ve maddelerin yönetimini de kapsar. Tasarımların ekosistemler üzerindeki zararlı etkileri ancak bu şekilde azaltılabilir.

Ekosistemdeki “işbirliği” stratejisi, farklı türler ve ekolojik işlevler (nişler)

arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Bu strateji uyarınca organizmalar her türlü işlevden yararlanmak için çevreye yayılır. Türlerden artakalanlar da bu şekilde “temizlenmiş” olur. Her bir ekolojik sistem içinde farklı roller üstlenen üretici, tüketici ve ayrıştırıcı türler arasındaki işbirliği sayesinde sistem dinamik bir kararlılık gösterir. Ekosistem, örgütlenme düzeyi yüksek tür topluluklar ve onlar arasındaki bağlantılar sayesinde, bir yandan her türe hareket serbesti tanırken, diğer yandan türsel faaliyetlerin işbirliği içinde yürütülüp sistem içinde bütünleşmesini sağlar. Ekosistemlerde işbirliği ve rekabet arasında eşgüdüm ve denge vardır.

Yapay ekosistemlerde örneksime yoluyla eşdeğer düzeyde bir topluluk ve işlev çeşitliliği yaratılmalı ve her biri yapılı çevrede farklı konumlar işgal eden, sistem içinde farklı hizmetler üreten ve farklı kaynaklardan (çoğu kez birbirlerinin atık ürünlerinden) beslenen üreticiler, imalatçılar, işlev görenler (besinler, atıksular ve atıklar da dahil) ve tüketiciler (geridönüşüm ve yeniden kullanım) arasında denge kurulmalıdır. Bunların hepsi çok sayıda ağ ile yüksek düzeyde örgütlenerek birbirine bağlanmalıdır.

4.1.3. Ekosistemlerde Yüksek Yapısal Çeşitlilik ve Mekansal Verimlilik

Ekosistemlerde yoğun bir mekânsal verimlilik ve yüksek bir yapısal çeşitlilik vardır. Bu durumu örnek olarak her yapı sisteminde (ister büyük ister küçük olsun, ister yatayda ister dikeyde gelişsin) biçim ve işlev çeşitliliğini olabildiğince yüksek tutmalıyız. Ekosistemlerde ekolojik çeşitlilik kendi içinde üçe ayrılır. İlki sisteminin bileşimiyle ilgilidir; en basit ve en bilindik çeşitlilik türüdür: türevsel çeşitlilik. Genetik çeşitlilik ile topluluk ve ekosistem çeşitliliği de buna dahildir. İşlevsel çeşitlilik türler arasındaki etkileşimleri (rekabet, yırtıcılık, dayanışma vs.) ve ekolojik işlevleri (besin döngüsü vs.) kapsar. Birçok tür ve topluluğun kendini uyarlamak durumunda kaldığı, belli aralıklarla meydana gelen doğal bozukluklar da buna dahildir. Birçok ekolojik hizmet işlevsel çeşitlilik sayesinde sağlanır. Ekosistemlerde tür ve niş çeşitliliği dışında bir de yapısal çeşitlilik vardır. Bitki ve hayvanlar genelde mekanı oldukça verimli kullanır. Bu mekânsal verimlilik çevredeki türler, yaşam çevreleri ve toplulukların boyutu, biçimi ve dağılımına yansır.

4.1.4. Ekosistemlerde Hizmetler ve Doğal Denetimler

Ekosistemler, ekolojik süreçler ve biyosferden gelen madde, enerji ve bilgi akışları sayesinde yapılı çevreyi destekleyen “hizmetler” sunar. Oksijen üretimi, toprak

oluşumu ve su arıtımı vs. hizmetler insanlar için sağlıklı bir çevre oluşturur. Ekotaklitle dayalı yapıli çevre tasarımında yapı sistemlerinin, ekosistemlerin etkin bir şekilde sağladığı doğal “hizmetler”i taklit edecek şekilde tasarlanması gerekir.

Doğadaki ekosistemlerde sistem mekanizmaları vardır. Sözelimi ekosistemde belirli bir ürün ortaya koymasa da önemli, üstelik “karşılıksız” hizmetler sunan sayısız tür yetişir. Bu türler bitkileri polenler, zararlım olabilecek organizmaları kontrol eder, toprağın oluşumunu ve bakımını sağlar ve çürümüş maddeleri yeni canlıların üremesi için ayrıştırır. Bu “hizmetkar” (service providers) türler (kuşlar, arılar, böcekler, solucanlar, mikroplar vs.)önemsizmiş gibi görünen küçük işlev ve organizmaların ekosistem için ne kadar değerli olabileceğini göstermektedir.

Maalesef günümüzde doğal çevrenin kirlenmesiyle birlikte bu ekosistem hizmetlerinin verimi gitgide düşmektedir. İnsanlar, yapıli çevreyi bu ekosistem hizmetleriyle bütünleştirmek yerine, doğadaki yaşam çevrelerini parçalayıp yok etmekte ve doğanın işlevlerini ve faaliyet alanlarını önemli ölçüde daraltmaktadır. Bu durum öyle bir hale gelmiştir ki, insanoğlunun ekotaklit yoluyla doğal ekolojik denetimlere geri dönmesi veya yenilerini geliştirip farklı bütünleşme modelleri tasarlaması artık kaçınılmazdır. Ekotasarımın temel amacı uyumlu ve kusursuz bütünleşmedir. Bu da, daha önce söylendiği gibi, yapay sistemlerin doğal sistemlerle simbiyotik bütünleşmesi demektir. Bu sayede mevcut doğal denetimlere (edilgen sistemler) işlerlik kazandırabilir ve /veya yapıli çevre ve ekosistemdeki (biyolojik) denetim mekanizmaları birleştirebilir.

4.1.5. Ekosistemlerde Karmaşıklık

Ekosistemler karmaşıktır. Ekosistem içinde, farklı türde bağlantılarla birbirine bağlanmış canlı ve cansız bileşenler arasında bütüncül bir denge, dinamik ve sürekli bir etkileşim vardır. Ekosistemlerdeki neden-sonuç ilişkileri de oldukça karmaşıktır. Yapılı çevre tasarımında ekosistemlerdeki abiyotik ve biyotik bileşenler arasındaki bütüncül denge taklit edilmelidir.

Kentsel yapıli çevre tasarımında ekosistemleri model alırken her adımda belirgin güçlüklerle karşılaşılır. Örneğin ormanda ekosisteminin yapısını ele alalım. Ormanın yapısı, ormanı oluşturan ağaç türleri karışımının büyüme biçiminin bir işlevidir. Topografya, iklim ve edafik etkenler bu işlevi sınırlandırır. Oysa yapıli çevre (örneğin kent) tasarımı ve inşasında genelde bu tür sınırlandırmalar yoktur. Kentsel yerleşim alanları, bölgeye özgü topoğrafik ve diğer ekolojik öğelerin yanı sıra yapay peyzajlarda

içerir. Bunlara kamusal yapılar ve ortak kullanım alanları eklenince, standart ekosistem tekniklerini kullanarak kentsel çevreyi ölçümlemek daha da karmaşılaşır. Biyotaklit ve ekotaklit, tasarımda temel alınacak doğal çevre özelliklerini araştırmanın yeni yollarını bulmakla sınırlı değildir. Ekotasarım, tür ve yaşam çevresi kaybının günümüz oranları dikkate alındığında, yapılı çevre ve geleceğimiz açısından acil ve “hayati” bir önem kazanmaktadır.

Binalarda ekotaklitin yanı sıra biyotaklit yöntemi de uygulanabilir. Örneğin daha sağlam, kendi kendine toplanabilen ve kendi kendine onlarabilen malzemeler tercih edilebilir. Temel bina İşlevlerinde doğal süreçler ve kuvvetlerden yararlanılabilir. Binaların doğal sistemlerle bütünleşerek kaynak üretmesi sağlanabilir. İnşaat mühendisliğinde biyotaklit ve temel yapım problemleri (boru ve zehirli yapışkanların ölçeklendirilmesi, beton üretiminde alternatif yöntemler arayışı vs.) için çözümlerin aranda yeni bir araştırma sahasıdır. Ancak bizim biyotaklit yaklaşımınız tekil bina ve malzeme uygulamalarıyla ile sınırlı değildir. Nasıl bir orman tek bir ağaçtan ibaret olmayıp, yaşam döngüleri birbirine bağlı bir ağaç ve organizma topluluğuysa, yapılı çevrede tekil binalardan ibaret değildir: doğa yasalarının hala geçerli olduğu, hem yapay hem de doğal özellikler içeren, birbiriyle bağlantılı ve bütünlüklü bir biyotik bileşenler topluluğudur.

Ekotaklit, doğal sistemlerden hareketle çözüme modeller geliştirerek yapılı çevredeki mevcut sistemleri yeniden tasarlamak üzere kullanılabilecek bir yaklaşımdır. Örneğin kertenkelenin ayaklarındaki yapışkanlık taklit edilerek zehirli olmayan bir yapışkan türü geliştirilebilir. İstiridye kabuğunun fiziksel ve kimyasal yapısı taklit edilerek yeni bir haksız duvar örme tekneye geliştirilebilir. Yine istiridyenin kabuğunun üzerinde kalsiyum karbonat birikmesini önlemek için ürettiği protein taklit edilerek, boruların kireçlenmesini önleyecek protein esaslı bir iç kaplama malzemesi üretilebilir. Ancak bu çözümler dar kapsamlıdır. Oysa biyotaklidin bütün özel bir biçimi olan ekotaklit yöntemini uygulayarak ekoloji ve ekosistem araştırmasının kapsamını genişletebiliriz. Bu şekilde edindiğimiz bilgiler kesinlikten uzaktır. Ama böyle olması tasarımcı eko taklit yöntemini geliştirmekten alıkoymamalıdır. Zaten ekolojik tasarım hedefleri tek seferde ele alınıp çözülebilecek sorunlar değildir. Tasarımcı, tasarladığı sistemin çevre üzerindeki etkilerini bütün yaşam döngüsü boyunca izleyip kontrol etmelidir. Ekosistemlerde karmaşıklık dinamiktir, zamana yayılır ve sistemin işleyişine yansır. Ekosistemlerde süreçler farklı zaman ölçeklerinde işler.

Ekolojik tasarımı, tasarımların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik “artçı” bir eylem olarak görmemeliyiz. Ekolojik tasarım ekosistemler yararına planlı bir şekilde etkin mi onarıcı sonuçlar almayı hedefleyen bir tasarım anlayışıdır. Biyoçeşitliliğin iyileştirilmesi, suların arıtılması, yerel çevre ve ekolojilerin korunması, enerji kaynakları tüketiminin ve sera gazı salımlarının azaltılması, atık üretimi ve kirliliğin azaltılması ve tasarımın ekolojik etki alanının daraltılması bu tür olumlu sonuçlara örnek verilebilir. Ekotasarım çevredeki doğal sistemler üzerinde onarma, güçlendirme ve yenileme gibi olumlu eylemlerde bulunabilir, bulunmalıdır da. Ekotaklit tasarımcıya örnekseme veya esinlenme yoluyla doğadaki mevcut modellerden yararlanma imkanı verir.

4.1.6. Ekolojik Süksesyon Durumları (Gelişme ve Olgunluk Aşamaları)

Eko taklit ekosistemlerin olgunluk aşamasında edindiği özellikleri model almalıyız. Yapılı çevrenin ekotasarımında, olgunluk aşamasına kadar ki süreçte ekosistemlere özgü niteliklerin ekolojik süksesyon (sıralı değişim) yoluyla izlediği gelişim seyri örnek alınabilir. Aşağıdaki (Tablo 24) ekosistemlere özgü niteliklerin gelişme ve olgunluk aşamalarında sergilediği ayırt edici özellikler belirtilmiştir.

Tablo 23

Ekosistemlerde gelişme ve olgunluk aşamaları (Yeang, 2006, s:55)

Ekosistem Nitelikleri	Gelişme Aşaması	Olgunluk Aşaması
Besin zinciri	Doğrusal	Ağsal
Türsel çeşitlilik	Az	Çok
Yaşam döngüsü	Kısa, basit	Uzun, karmaşık
Büyüme stratejisi denetim vurgusu	Hızlı büyüme vurgusu	Geribeslemeli denetim vurgusu
Üretim	Nicelik	Nitelik
Sistem içi işbirliği (simbiyosis)	Gelişmemiş	Gelişmiş
Besin koruma	Basit	İyi
Örüntü Çeşitliliği	Basit	Karmaşık
Biyokimyasal çeşitlilik	Düşük	Yüksek
Niş çeşitliliği	Geniş	Dar
Mineral döngüleri	Açık	Kapalı
Organizmalar ile çevre arasındaki alışveriş	Hızlı	Yavaş
Kalıntıların rolü	Önemsiz	Önemli
kararlılık	Zayıf	Güçlü
Enerji kaybı (Entropi)	Yüksek	Düşük
Bilgi düzeyi (Geribesleme döngüsü)	Düşük	Yüksek

Ekosistem yeteneklerinin ekolojik ardışıklık sürecinde aldığı bu durumlar ekotaklitle dayalı tasarımda esas alınabilir. Yapılı çevrede, ekosistemlerdeki sürekli bir bütünleşmeyi sağlayabilecek sistemler inşa etmek, ekoteknolojinin bugünkü düzeyiyle, yenilenebilir olmayan enerji kaynakları kullanmadan pek mümkün görünmüyor. Bu tür sistemlerin tasarımı ekotasarım ve ekoteknolojideki araştırma ve buluşların başlıca konusu haline gelmektedir.

Ekosistemlerin olgunluk aşamasında edindiği kilit özellikler ve biyobütünleşme amaçlı yapılı çevre tasarımında ayrıca diğer ekosistem türlerine de uyarlanabilecek nitelikte olan bu özelliklerden hareketle belirlenen hedefler şöyledir:

Tablo 24

Ekosistem hedefleri

	Ekosistem özellikleri	Ekotaklit hedefleri
Enerji	-Fotosentez faaliyeti yoğunluğunda azalma -Yüksek verimli enerji akışı -Enerjinin gerekli yerde kullanımı	-Yenilenebilir olmayan enerji bağımlılığını azaltma -Enerji kullanımında verimliliği artırma -Yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarını kullanmaktan kaçınma
Maddeler	Besinlerin geri dönüşümü	Malzeme ve Çıktıları geri dönüştürme
Çeşitlilik	-Üretici, tüketici ayrıştırıcı ve birleştirici türler arasındaki denge -Niş ve üreme çeşitliliği	-Üreticiler, imalatçılar ve tüketiciler arasında denge kurma. -İşlev çeşitliliği artırma
Mekansal verimlilik	- Yoğun mekânsal verimlilik - Yüksek yapısal çeşitlilik	--Mekânsal verim yoğunluğunu artırma - Yapısal verimliliği artırma
Bilgi ve Örgütlenme	- türler ve topluluklar arası bağlantı düzeyi yüksek - Topluluk içi örgütlenme düzeyi yüksek (Bağlantı çokluğu)	- Çeşitlilik düzeyini yükseltme - Topluluk içi örgütlenme düzeyini yükseltme (Ağ çokluğu)
Sistematiğin Denetimi	- Kaynakların kontrollü kullanımı - Simbiyotik sistemlerde kararlılık ve sistematiğin	- kaynakları koruma, sürdürülebilir kullanım ve değişimlere uyum sağlama becerisini artırma
Biçim	- İşleve uygun biçim	- Örnekseme yolu ile doğayı taklit etme

Bu etkenler ve karakteristik özellikler, tasarladığımız sistemdeki biçim ve

süreçleri önemli ölçüde etkileyecektir. Ekosistem taklidinin fiziksel ya da dijital çevrede yapılması fark etmeksizin herhangi bir olgunlaşmış ekosistemin prensipleri örnek alınabilir.

4.2. Dijital Ekosistemler

Dünyamızda var olan doğal ekosistemlerin yanı sıra günümüzde dijital teknolojilerin gelişmesinin farklı bir sonucu olarak dijital ekosistemler de hayatımıza girmektedir. En bilinenleri meta evrenler olarak tabir edilen ortamlardır. Bunun yanı sıra üretim ekosistemleri, güvenlik ekosistemleri, elektronik ticaret ekosistemleri, dijital oyun ve oyuncu ekosistemleri gibi boyutsuz ve merkeziyetsiz etkileşimlerin olduğu yapay ekosistemlerin varlığı göz ardı edilemez seviyelere ulaşmıştır.

Dijital teknolojiler veri ve bilgi paylaşımı yolu ile kurumlar, platformlar, uygulamalar, cihazlar, kullanıcılar gibi farklı bileşenlerin etkileşimde bulunduğu ortamlar dijital ekosistem olarak adlandırılmaktadır. Bu dijital ortamlar farklı uygulama ve hizmetlerin bir arada eş zamanlı bir şekilde çalışmasına olanak sağlayarak doğal bir ekosistemde olduğu gibi kendi kendine yeten sistemler haline gelmektedir. Doğal ekosistemler ile benzer şekilde farklı davranış biçimlerine sahip varlıkların etkileşiminden anlamlı bir düzen çıkarma, gelişme, adapte olma gibi özellikler göstermektedir.

Tablo 25

Dijital ekosistem örnekleri ve ilgili alanları

Dijital Ekosistem	Tanım	Örnekler
Mobil Ekosistemler	Akıllı telefonlar, tabletler ve diğer taşınabilir, giyilebilir cihazlar üzerinde çalışan uygulamaları içerir.	iOS, Android ekosistemleri
IoT Ekosistemi	Nesnelerin interneti cihazları, veri toplama ve paylaşımını içerir.	Akıllı Ev Otomasyonları, Endüstriyel Üretim Otomasyonları
Bulut Bilişim Ekosistemi	Bulut hizmet sağlayıcıları, veri depolama, hesaplama ve ağ hizmetlerini içerir.	Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google

Sosyal Medya Ekosistemi	Sosyal medya platformları, içerik paylaşımı ve etkileşimi destekler.	Facebook, Twitter(X) , Instagram vb.
E-ticaret Ekosistemi	Çevrimiçi alışveriş platformları ve ilişkili hizmetleri içerir.	Amazon, eBay, PayPal
Sağlık Bilgi Değişim Ekosistemi	Sağlık sektöründe dijital sağlık kayıtları ve veri paylaşımını içerir.	Elektronik Sağlık Kayıtları (EHR), e-nabız, MHRS
Finansal Teknoloji (FinTech) Ekosistemi	Finansal hizmetlerde teknoloji kullanımını içerir.	Mobil ödeme, dijital bankacılık, kripto para
Video Oyun Ekosistemi	Oyun geliştirme, dağıtım ve oynama işlemlerini içerir.	PlayStation, Xbox, PC Steam, Epic Games Store vb.

Bu dijital ekosistemler, teknolojinin gelişmesi ve dijitalleşmenin yayılması ile birlikte hızla büyümekte ve çeşitlenmektedir. Bu ekosistemler, kullanıcı deneyimini iyileştirmek, iş süreçlerini optimize etmek ve yeni fırsatlar yaratmak için birçok farklı bileşeni bir araya getirmektedir. Küresel ölçekte her dijital cihazın bir şekilde birbiri ile iletişim halinde olduğu yada olabileceği düşünüldüğünde tüm bu dijital ekosistemlerin birbiri ile etkileşim halinde olabileceği, veri paylaşabileceği ve problemlere çözüm bularak gelişebileceği düşüncesi ortaya çıkmaktadır.

Dijital ekosistem kavramı daha geniş manada ele alındığında, birbirine bağlı bilgi teknolojisi kaynaklarının bir birim olarak işlev görebildiği bir grup oluşturmaktadır. Bu dijital ekosistem, tedarikçilerden müşterilere, ticaret ortaklarına, uygulamalara ve üçüncü taraf veri hizmeti sağlayıcılarına kadar geniş bir yelpazede yer alan çeşitli paydaşları ve ilgili teknolojileri içerir. Ekosistemin başarısı, tüm bu bileşenler arasındaki etkileşim yeteneğine, yani “interoperabiliteye” dayanmaktadır (Brush, 2023, s:1).

Dijital ekosistemler genellikle pazar payı liderleri tarafından oluşturulmakta ve kontrol edilmektedir; bu model, kökenini keiretsu'dan almış olup tüketici ürünleri, otomotiv ve sağlık dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde hızla değişime etki etmektedir. İşletmeler arası (B2B) uygulamaların, kurumsal uygulamaların ve verilerin bir ekosistem içinde entegrasyonu, bir organizasyonun yeni ve eski teknolojileri kontrol etmesine, etrafında otomatik süreçler oluşturmaya ve işlerini sürekli olarak genişletmesine olanak

tanır.

Bir ekosistemin kontrolsüz bir şekilde büyümesi özellikle de dijital ortamda kötü sonuçlara sebebiyet verebilir. Bu nedenle dijital bir ekosistem oluştururken, tüm bağımlılıkların daha farklı bir ifade ile ağda yer alacak tüm varlıkların belirlenmiş ve kontrol edilebilir olduğundan emin olmak önemlidir. Dijital bir ekosistem haritası oluşturmak, güçlü bir ekosistem kurmanın anahtarı konumundadır. Dijital ekosistem haritası, organizasyon içinde kullanılan tüm dijital araçların ve platformların görsel bir diyagramıdır. Bu, süreçleri, verilerin ekosistemin parçaları arasında nasıl transfer edildiğini ve sürecin otomatik veya manuel olup olmadığını gösterir. Etkili olabilmek için haritalama, şu anda bağlı olmayan veya birbirleri arasında veri iletişimi yapamayan sistemleri, her sistemin kullanıcılarını ve bunları sürdürme sorumluluğunu kimin üstlendiğini de belgelemelidir.

Dijital ekosistemlerde karşılaşılabilecek teknik, hukuki ve ekosistemin var olduğu disiplin ile ilgili sorunlar gibi aksaklıkların çıkması muhtemeldir. Dijital ekosistemlerin oluşturulması genellikle ticari kaygılar taşımaktadır. Bu nedenle hizmet düzenleme, teslimat, tahsilat, geri besleme ayrıca müşteri etkileşimi ve veri yönetimi (CDM), bütün dijital ekosistem boyunca karşılaşılabilecek muhtemel aksaklık konuları arasında yer almaktadır. Bir dijital ekosistemi yönetmek ve sistemin çalışır vaziyette varlığını sürdürebilmesi için kullanılabilecek araçlar Tablo 6’da belirtildiği şekilde sıralanabilir;

Tablo 26

Dijital ekosistemlerde yönetim araçları (Brush, 2023).

	Araç	Açıklama
1	Proje Yönetim Araçları	Genellikle takip ve sorun çözmeye dair yazılımları ifade etmektedir.
2	Araştırma ve Uygulama Araçları	Veri depolama ve görselleştirme, kaynak kütüphaneleri ve arşivleri ifade etmektedir.
3	Etkileşim ve İşbirliği Araçları	E-posta, dosya paylaşımı, anlık mesajlaşma, uygulama bildirimleri ve video konferans gibi etkileşimli uygulamaları ifade etmektedir.
4	Halka Açık Platformlar	Web siteleri, mobil uygulamalar ve sosyal medya kanalları gibi platformları ifade etmektedir.
5	Bilgi Yönetimi Platformları	İçerisine intranet ve “wiki”leri alan bu kategori bütün World wide web ortamındaki bilginin alınması işlenmesi ve kullanılmasını ifade etmektedir.

Ticari amaçlar ile oluşturulan dijital ekosistemlerin yanı sıra sağlık, güvenlik,

arama-kurtarma gibi faaliyetlerin verimli yürütülebilmesini amaçlayan örnekler de bulunmaktadır.



BÖLÜM 5

TASARIM EKOSİSTEMİ

“Geleceği tahmin etmenin en iyi yolu onu tasarlamaktır”.

Alan Curtis Kay (1971).

5.1. Tasarım Ekosistemi

Günümüzde tasarım, sadece estetik bir değerden öte, daha geniş bir perspektiften ele alınan bir disiplini ifade eden bir terim haline gelmiştir. Tasarım, sadece nesnelerin yada ortamların fiziksel görünümüyle değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimi, sürdürülebilirlik ve toplumsal etkileriyle ilişkilendirilebilen bir bütün olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bu bütünün içerisinde üretim, tedarik, uygulama gibi birçok alt grup da yer almaktadır. Bu şekli ile kapsamı günden güne gelişen tasarım dünyası bu çalışma özelinde “tasarım ekosistemi” olarak adlandırılmıştır.

Ortaya atılan tasarım ekosistemi kavramı, tasarım süreçlerini ve çıktılarını çeşitli paydaşların etkileşim içinde olduğu bir ağ olarak ele almaktadır. Bu paydaşlar arasında tasarımcılar, kullanıcılar, üreticiler, tedarikçiler, uygulama faaliyetlerinde bulunanlar, şirketler, topluluklar ve kamusal çevre gibi birçok farklı grup bulunmaktadır. Tasarım ekosistemi, tasarımın yalnızca bir ürün değil, aynı zamanda bir süreç ve etkileşimler bütünü olduğunu vurgulamayı amaçlamaktadır.

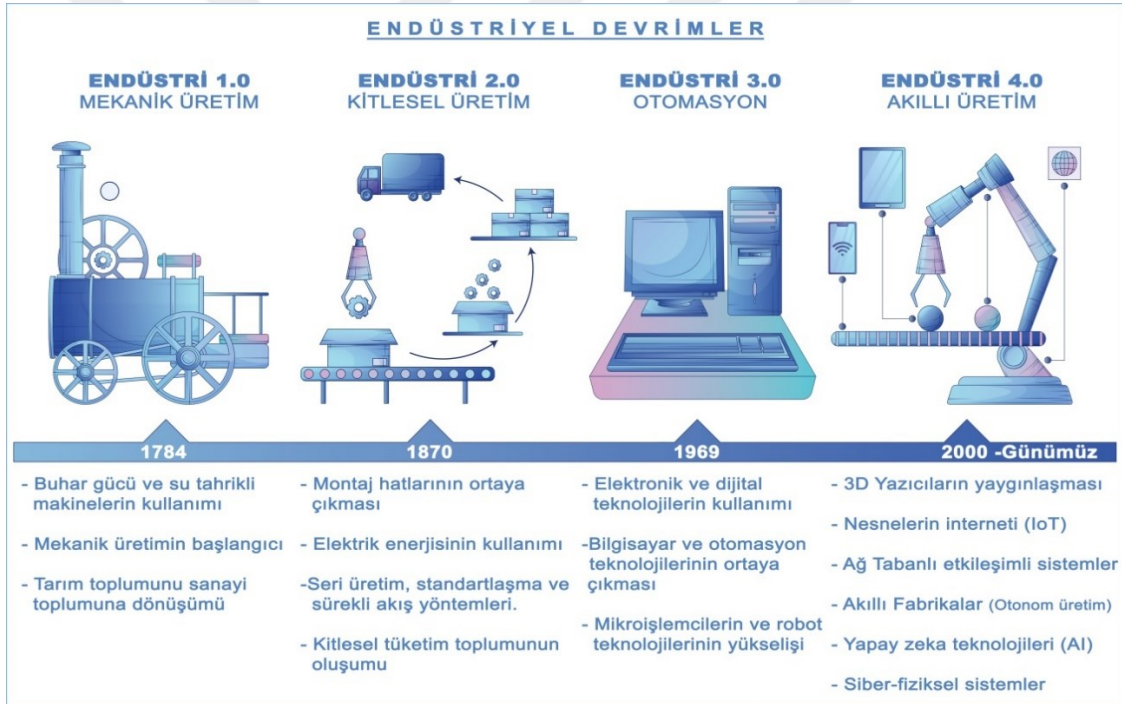
Tasarım ekosistemi, temelde üç ana unsur olarak ele alınmıştır; tasarım süreçleri, sürece dahil olan paydaşlar ve çevresel etmenler. Tasarım süreçleri, fikir oluşturmaktan ürün geliştirmeye kadar uzanan adımları içermektedir. Paydaşlar, tasarım süreçlerine etki eden ve etkilenen tüm aktörleri kapsamaktadır. Çevresel etmenler ise verimlilik ve sürdürülebilirlik gibi küresel konuları içermektedir.

Tasarım ekosistemi kavramının ortaya atılması sadece tasarım konusunun uzmanlarının değil tasarım sürecinden sonra ihtiyaç duyulan diğer unsurların tasarım süreci içerisine dahil edilmesi bu şekilde dijital ortamda eş zamanlı bir etkileşimin yaratılmasının amaçlanmasıdır. Bu amaç sürecin daha verimli işleyeceği öngörüsünün yanı sıra dijitalleşen dünyada günden güne gelişen tasarım konusunun yeni bir boyuta evrilmesinin gerekliliğini ifade etmektedir.

Tasarım, endüstri dünyasının gelişimine paralel olarak gelişen bir kavram olarak değerlendirilebilir. Son kullanıcı ve toplumsal isteklerin değişiminin yanı sıra üretim

yöntemlerinin yıllar içerisindeki değişimi tasarım olgusunu geliştirmeye zorlamaktadır. Endüstriyel üretim alanında yaşanan devrimler doğal bir sonuç olarak tasarım disiplinlerini de etkilemiştir. Endüstri devrimleri olarak bilinen gelişmeler tasarım-üretim alanındaki köklü değişim ve ilerleyişin kanıtı niteliğindedir.

Buhar ya da su gücü ile çalışan makinaların kullanımı endüstri 1.0 montaj hatlarının ve elektrik enerjisinin kullanımı endüstri 2.0, bilgisayar ve otomasyon teknolojilerinin ortaya çıkışı endüstri 3.0 ve 2000’li yıllardan günümüze uzanan sayısız dijital teknolojinin kullanımını içeren sistemler endüstri 4.0 olarak adlandırılmıştır. Ortaya çıkan her teknolojik gelişmede, üretim ve tasarım yöntemlerindeki bu değişiklikler endüstrinin evrimini şekillendirmiştir. Bu aşamalar genellikle birbirini takip etmekle birlikte, bazı konularda hala önceki endüstri aşamalarının etkilerinin de devam ettiği söylenebilir.



Şekil 53. Endüstriyel Devrimler (Çeviri: Yazar).

Kaynak: https://www.freepik.com/search?format=search&last_filter=query&last_value=l+rovolotions+infographics&query=industrial+rovolotions+infographics

Akıllı üretim teması etrafında şekillenen Endüstri 4.0 en çok üretim alanında belirgin farklar yaratsa da tasarım alanına yönelik birçok atılımın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Tasarım alanında en önemli atılımın yapay zekâ destekli sistemler olduğu söylenebilir. Fakat dördüncü endüstri devriminin dolaylı bir amacı da insan gücünü

fiziksel düzeyden düşünsel düzeye sıçratmak olarak nitelendirilmektedir (Çevik, 2017).

Günümüzün gelişen teknolojisi ile birlikte birçok alan ile ilgili oluşturulan dijital uygulamalar sayesinde günlük yaşamımız kolaylaşmakta, zaman ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Elbette yeni teknolojik atılımların zararlı görülen yanları da bulunmaktadır. Söz konusu “zararların” başında robotik, yapay zeka, makina öğrenmesi gibi konuların insan emeğini büyük oranda azaltması dolayısı ile işsizlik sorunlarını da beraberinde getireceği konusudur. Bu konu şu anda netlik kazanmamakla birlikte insanlığın yakın gelecekte bu tür gelişmelerden olumlu etkilenmeleri olumsuzlukların çok üzerinde olacağı söylenebilir.

Günümüz teknolojisi artık doğal yaşamın bir çeşit uzantısı niteliğindedir. Biyolojik bir süreç olarak değerlendirilen evrim, organik ortamdan inorganik yaşantıya doğru geçerek teknoloji küresi içerisinde varlığını geliştirerek sürdürecektir. Evrim, özünde bilginin saklanması ve aktarılması süreci olarak adlandırılabilir. İnsanlık da zihin ve bedeninin sunduğu biyolojik sınırları aşarak yaşamının büyük bir yüzdesini teknoloji dünyasına taşımaktadır. Endüstri 4.0’ın sunduğu yeni yaşam modellerinde fiziksel, dijital ve biyolojik alanlar arasındaki sınırların ortaya kalkmaya başladığı bir gerçektir. Endüstri 4.0’ın sunduğu genel amaçlı en belirgin teknoloji yapay zekadır. Problemlerin çözümünde kullanılan metodoloji ise hesaplamalı ve algoritmik düşünce altyapısıdır. Bütün bu araçların kullandığı hammadde ise veri yani bilgidir (Dündar, 2020).

Dündar (2020)’nin yapmış olduğu genelleme herhangi bir disiplin belirtmeksizin genel manada insanlığın yeni teknolojik devrime adaptasyonunu ifade etmektedir. Günümüzde neredeyse her insanın kullandığı akıllı cihazlar vasıtası ile dijital dönüşüm ivme kazanmıştır. Farkında olmadan, doğrudan yada dolaylı olarak kullandığımız yeni teknolojiler insanlığın hayatına entegre olmuş biyolojik ve dijital dünyanın hibrit bir birleşimi haline gelmiştir. Benzer şekilde tasarım dünyasında yaşanan gelişmeler ve yeni teknolojilerin sayısı her geçen gün artmakla birlikte başta tasarımcılar olmak üzere konuya ilgi duyan bütün kullanıcıların hizmetine sunulmuş durumdadır. Farklı tarifleme teknikleri (prompt) ile web tabanlı tasarım araçlarına istenilen tasarım saniyeler içerisinde yaptırılabilir duruma gelmiştir. Fakat bu durum beraberinde birçok belirsizliği de getirmektedir. Tanımsız tasarımlar, optimizasyon sorunları, tedarik, üretim ve uygulamanın nasıl yapılacağına dair herhangi sonuca ulaşamamaktadır. İnsan tasarımcının ilgili disiplindeki rolü devam etmektedir. Fakat pozitif yararlanma konusunda tasarımcı bu araçları kullanabilir ve kullanıcıya sürecin devamında rehberlik

edebilmektedir. Kısacası teknolojik araçlar ve insanlığın buluştuğu dijital payda hibrit bir sistem tanımlamaktadır.

Bölüm 4.2.'de sözü edilen dijital ekosistemler içerisinde insan kullanıcıları barındıran ve insanlığa ait sorunların çözümüne yönelik oluşturulmuş hibrit sistemler olarak ele alınabilir. Söz konusu bölümde ele alınan ekosistemler ile benzer şekilde işlemesi öngörülen tasarım ekosistemi düşüncesi de insanlık ile dijital dünyanın olumlu işbirliği noktasında ortaya çıkmaktadır. Bu noktada tasarım çatısı altında iç mimari tasarım disiplininde anlık veri alışverişinin olduğu, hesaplamalı ve algoritmik araçların kullanıldığı ayrıca tasarım sürecine ve sonucuna etkisi-katkısı olan bütün aktörlerin bir arada olabileceği, merkeziyetsiz bir sistemin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Söz konusu sistem dijital ve fiziksel dünyanın gerekli alanlarda birleştiği bir tasarım ekosistemidir.

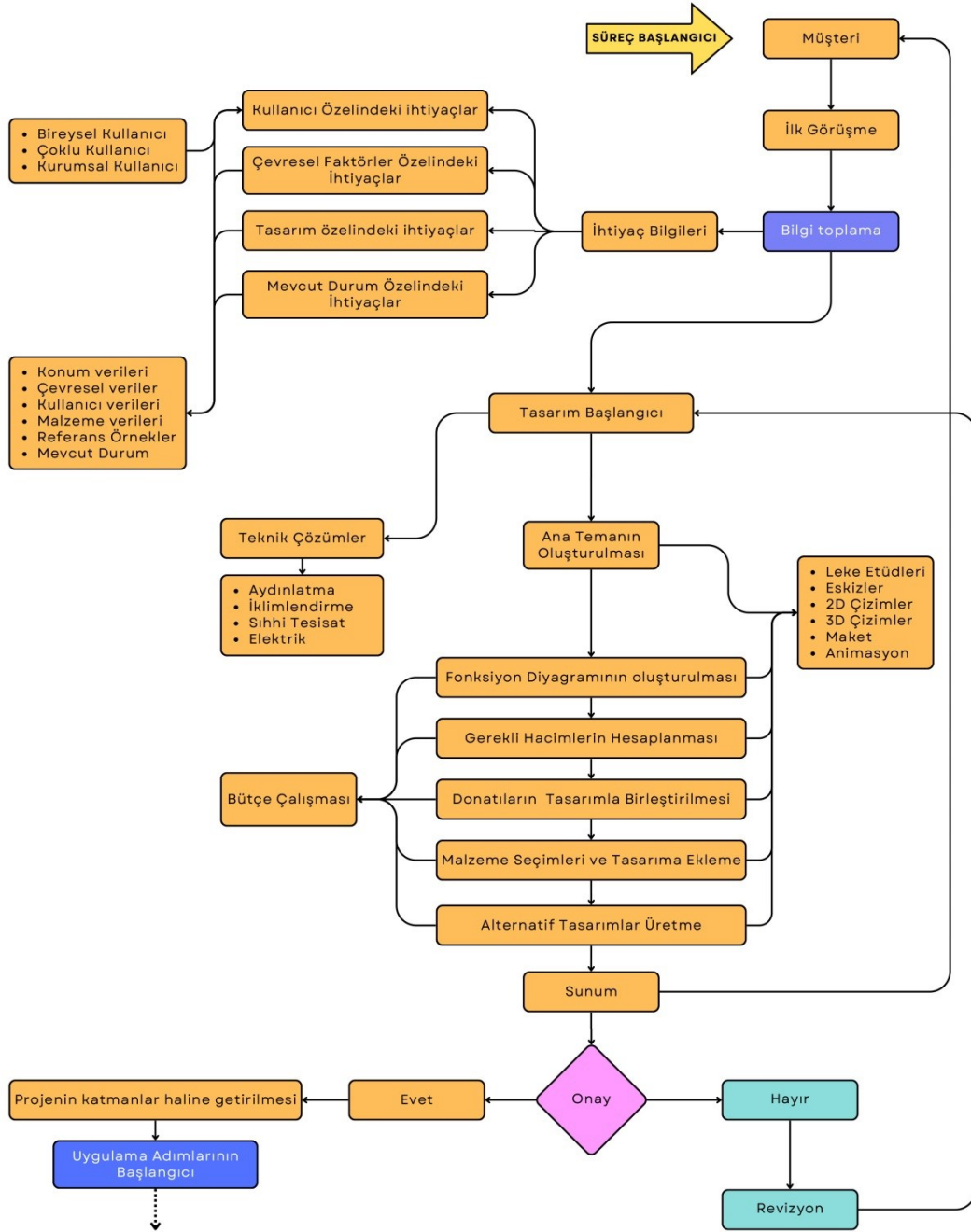
5.2. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: İç Mimari Tasarım Adımları

İç mimari tasarım alanına yönelik bir tasarım ekosistemi oluşturma düşüncesinin verimli ilerleyebilmesi açısından ilgili disiplinin işleyişine yönelik adımların bilinmesi gereklidir. Bu bağlamda ilk etapta bölüm 2.3'te ele alından iç mekân tasarım süreci algoritma ifadeleri şeklinde kısaca tekrar ele alınacaktır. Dodsworth (2009)'a göre iç mekân tasarım sürecinin ana adımları analiz, proje geliştirme, uygulama ve değerlendirme şeklindedir.



Şekil 54. Dodsworth (2009)'a göre İç Mimari Tasarımındaki Ana Adımlar (Çeviri: yazar)

Tasarım süreci birbirini takip eden ve her bir aşamanın sonraki aşamaya destek olduğu bir dizi eylemi içermektedir. İç mimari tasarımda da işleyiş benzer şekildedir. Tasarlama eylemini tasarımcıdan talep eden istemci ya da başka bir deyişle müşteri ile yapılan ilk görüşmeden itibaren tasarımın belirli parametreleri ile ilgili bilgi toplama ve bu bilginin tasarım akışına göre analiz edilmesi ile süreç başlamakta ve uygulama ya da üretimin tamamlanması ile son bulmaktadır.



Şekil 55 İç Mimari Tasarım Süreci

Kaynak: (Uğurlu,1973; İnceoğlu, 1982; Duerk, 1993; Uğurlu, 2004; Dodsworth, 2009; Friedow, 2012; Presier, 2015; Sanoff, 2016; Özbek ve Ertürk, 2017; Eskicioğlu, 2019)'dan derlenerek yazar tarafından şemalaştırılmıştır.

Tasarım süreci bir başlangıç ve bitiş noktası bulunmasından ötürü lineer bir eylem olarak görülebilir fakat süreci oluşturan birbiri ile bağlantılı farklı ana ve alt adımlar bulunmaktadır. Sürecin her aşamasının birbirine bağımlı olması herhangi bir noktada meydana gelen hatanın ya da bilinçli değişimin sürecin önceki ve sonraki adımlarına etki

etmesi muhtemeldir. Bu nedenle farklı evrelerde ele alınmış konuların revize edilmesi başlı başına yeni bir süreci tanımlayabilir. Bu nedenle tasarım eylemi lineer olmaktan ziyade döngüsel bir süreç olarak adlandırılabilir.

Şekil 54 ve 55'te ifade edilen tasarım süreçleri her projenin kendi dinamiklerine göre farklılık gösterebilecek değişken ve döngüsel bir süreç olarak ele alınması gerekmektedir. Tasarım süreci her duruma ya da probleme göre belirlenmiş standart bir çözüm olarak formüle edilemez. Fakat sürecin optimizasyonu için yeni yöntemler geliştirilebilir. Bu nedenle ekosistem ve biyomimetik tasarım yaklaşımında belirtilen (Bölüm 3) döngüsel süreçler temel alınarak "tasarım ekosistemi" düşüncesi şekillenmeye devam etmektedir.

5.3. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Altyapının oluşturulması

Ekosistemlerin insanlık ve doğa için yeniden tasarlanabileceği veya kopyalanabileceği fikrinin literatürde derin kökleri bulunan bir konu olduğu bilinmektedir. Tansley (1925) tarafından "tüm canlı organizmaların enerjiyi bir formdan diğerine dönüştüren makineler olarak görülebileceğini" belirtilmesi ve bu şekilde ekosistem teriminin ortaya atılmasından bu yana doğal sistemlerin taklit edilmesi düşüncesini etkilediği söylenebilir. 1900'lerin ortalarına gelindiğinde ekosistem "makinesinin", dengeleyici geri besleme mekanizmaları (Hutchinson, 1948), madde ve enerji döngüsü (Odum, 1951) ve diğer prosedürleri gibi çeşitli yönleri giderek daha fazla incelenmeye başlamıştır. Ekosistemlerin işleyişine dair artan farkındalık enerji ve materyal akışlarını yorumlayarak üretim yöntemleri için optimize edilebileceğini ve olumsuzlukların en aza indirilebileceği öne sürülmüştür (Odum, 1962-1969-1981).

Ekosistem ve tasarım terimlerinin birlikte kullanıldığı ilk çalışma olarak Herman Koenig ve Ramamohan Tummala'nın 1972 tarihli "Principles of ecosystem design and management" adlı çalışması gösterilebilir. Siberetik sistem mühendisi olan yazarlar ilgili çalışmada mühendislik, ekoloji ve ekonominin temel ilkelerini, alternatif ekosistemlerin etkileşimlerinin koordineli bir biçimde sentezlemeye çalışmışlardır. Belirli bir topluluğa yönelik ekosistem oluşturma'nın amacı teknolojik mekânsal ve sosyal organizasyonların çeşitli seviyelerinde doğal ekosistemlerin mükemmel işleyişinden faydalanmak üzere taklit etmek olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda yazarlar "ekosistem tasarımı" ve "ekosistem yönetimi" kavramlarını kullanmışlardır. Ekosistem yönetimi, toplumun tercihi, insani ve diğer ölçeklerde ekosistem tasarımı sürecinde örtük olan sosyoekolojik seçenekleri seçtiği, uyguladığı ve sürdürdüğü prosedürlere atıfta bulunmak için

kullanılmaktadır.

Devamında ekosistem teorisi ve yönetimi ile ilgili Felix Muller'in 2000 tarihli "Handbook of ecosystem theories and management" adlı çalışmasında da benzer yapay ekosistem düşüncelerinden bahsedilmekte, yapay ve dijital ekosistem altyapı konseptlerine yer verilmiştir. İlerleyen zamanlarda ilgili çalışmalar temel alınarak oluşturulmuş farklı yapay ekosistem düşünceleri bulunmaktadır. Bu örneklerden bazıları Tablo 26'da listelenmiştir. Özellikle mobil teknolojilerin ve cihazların yaygınlaşması ile birbirine bağlı sistemlerin kendi içlerinde "ekosistem" olarak nitelendirildiği de bilinmektedir. Bu ekosistemlere en iyi örnek android altyapısını kullanan mobil teknolojilerin birbirleri ile etkileşim halinde olmaları verilebilir.

Tez çalışmasının bu bölümünde oluşturulmaya çalışılan sistem için de biyomimetik düzeylerin değerlendirilmesi haricindeki diğer itici güç yapay ekosistemlerin var olması ve bu düşüncenin teknolojik gelişmelerin hızlandığı 2000'li yıllardan öncesine dayanmasıdır. Bu noktada bu tür yapay ekosistemlerin günümüz koşullarında ortaya çıkma olasılığının yüksek olması ve tasarım dünyasında bu konunun gündeme çağın gerektirdiği biçimde gelmemesi de diğer bir unsur olarak gösterilebilir.

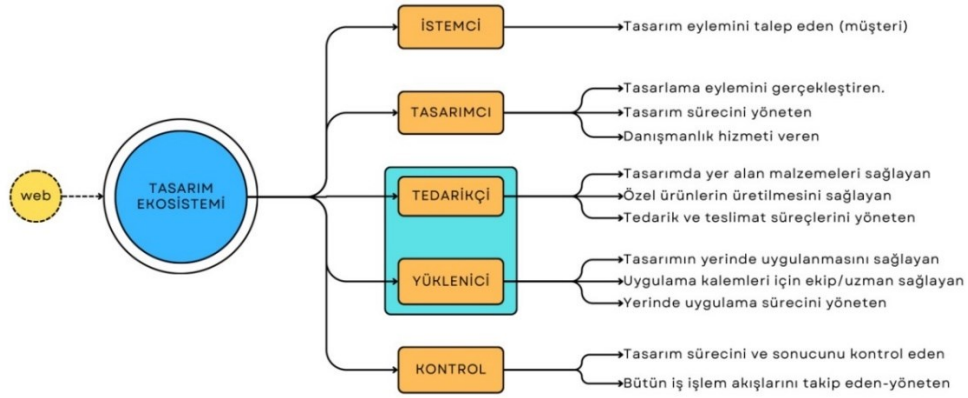
Söz konusu iç mimari tasarım ekosistemin oluşturulması için öncelikle tasarım sürecine etkisi ve katkısı bulunan bütün aktörlerin bir arada toplanması gerekmektedir. Ekosistem içerisindeki aktörler sürecin belirli aşamalarında dahil olarak ilgili aşamadaki durumun yada problemin çözümüne yönelik katkıda bulunmaları öngörülmektedir. Tasarım sürecinin kendi doğasında ortaya çıkan adımlara ek olarak farklı değişkenlerin de sürece dahil edilmesi karmaşık bir dizi eylemin ortaya çıkmasına yol açacaktır bu nedenle söz konusu ekosistem ilk etapta algoritma mantığında ele alınacaktır.

Bir matematik terimi olarak bilinen algoritma ifadesi özetle bir başlangıcı ve sonu olan herhangi bir durumun adımlarının ifade edilmesidir. Farklı bir tanım olarak çözüm adımları olarak adlandırılabilir. Bu adımlar arasında farklı değişkenler ve bu değişkenlere bağlı döngüler yer almaktadır. Tasarım ekosistemi altyapısında da birçok farklı aşama, durum, kişi, eylem ve değişken bulunmasından dolayı algoritma ile ifade edilmesi uygun olacaktır. Bu ifade, sistemin daha rahat kavranmasını ve hayata geçirilmesi evresinde de dijital ortama aktarımının kolaylaşmasını sağlayacaktır.

Ekosistemin çalışma prensibi doğada olduğu gibi farklı değişkenlerin bir arada uyum içerisinde varlığını sürdürmesi, hataların otonom bir şekilde giderilmesi, işbirliği, bilgi alışverişi, atık seviyesinin düşük olması, kaynaklardan tasarruf ve belki de en

önemlisi bilginin gelecek kuşaklara aktarılması prensiplerine dayanmaktadır. Buradaki prensiplerin aktarımı konusunda biyomimetik tasarım yaklaşımının ekosistem seviyesi dikkate alınmaktadır. Fiziksel yaşam içerisinde dijital bir ekosistem oluşturularak iç mimari tasarım ve üretim sürecinin yukarıda sayılan prensipler doğrultusunda bir dizi iş ve işlem sürecinden geçerek en verimli şekilde tamamlanması amaçlanmaktadır.

Tasarım ekosistemini oluşturacağı öngörülen bileşenler; tasarlama eylemini talep eden istemci ya da müşteri, tasarımcı, tedarikçi, yüklenici ve kontrol birimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 56. Tasarım Ekosistemi Bileşenleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

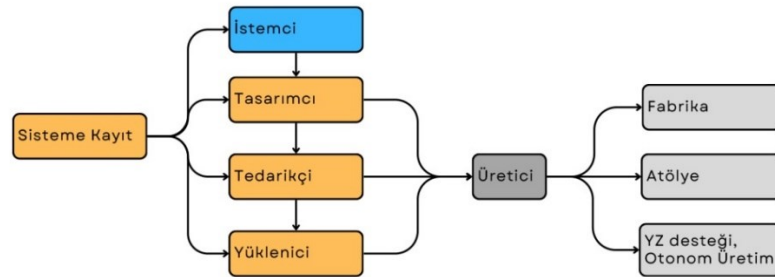
Oluşturulmaya çalışılan sistem biyolojik bir ekosistem ile karşılaştırıldığında; Canlı organizmalardan oluşan ve katmanlar olarak adlandırılan (Bkz. Tablo:22) kısım tasarım ekosisteminde sisteme etki ve katkısı olan insan aktörlere karşılık gelmektedir.

Biyolojik ekosistemlerin yapısal bileşenleri olarak adlandırılan iklim, organik ve inorganik maddeler gibi değişkenler tasarım ekosistemine etki eden aktörlerin üstlendiği görevleri karşılamaktadır. Süreçler olarak adlandırılan ve içerisinde enerji akışları, gelişim ve denetim gibi konuları barındıran ekosistem bileşeni de tasarım ekosisteminin bütün sürecine karşılık gelecek şekilde ele alınabilir (Bkz. Tablo:23) Biyolojik ekosistemlerin çeşitli değişkenler ile belirli bir doğal ortamda varlığını sürdüren canlılardan oluştuğu bilinmektedir. Tasarım ekosistemi altyapısı da benzer şekilde dijital ve fiziksel ortamı birleştiren içerisinde farklı değişkenleri barındıran hibrit bir ekosistem olarak değerlendirilmelidir.

Temelde web veya mobil tabanlı bir uygulama üzerinden işlemesi öngörülen tasarım ekosistemi YZ ve ML desteğine sahip olacak bir sistem şeklinde düşünülmüştür. Tasarlama eylemi istemcinin belirttiği ve tasarımcının analiz ettiği ihtiyaçlara yönelik çözümler ile geleneksel bir biçimde başlamakta ve ilerlemektedir. Görüşmeler dijital

ortamda yapılarak süreç ilerletilmektedir. Tasarıma dair alternatiflerin üretilmesi ve olası hataların giderilmesi konusunda insan tasarımcıya destek olacak şekilde YZ çözümleri ile desteklenmesi öngörülmektedir. Tasarımda kullanılan malzeme, donatı ve diğer girdiler ekosisteme dahil olan tedarikçilerin oluşturduğu malzeme ve stok bilgilerine göre şekillenmektedir. Yerinde uygulama yapılacaksa ekosisteme dahil olan yükleniciler tarafından teklifler sunulurken uygulama aşaması sürdürülecektir. Bütün sürecin takip ve kontrol edilmesi tasarımcı, insan kontrol birimi veya YZ kontrol birimi tarafından yürütülebilir. Bütün işlemler dijital ortam üzerinden takip edilebilir şekilde optimize edilerek olası hataların önüne geçilmesi, zaman ve kaynaklardan tasarruf edilmesi ve ilgili tasarım sürecinden edinilen bilginin saklanarak benzer problemlerin çözümünde süreci hızlandırması amaçlanmaktadır. Bir ekosistemin gerekliliği olarak görülen veri aktarımı en önemli aşamalardan biridir.

Sistemi (İç Mimari Tasarım Ekosistemini) oluşturan bileşenlerin oluşturulan bu sistem dışında da fiziksel ortamda varlığını ve faaliyetlerini sürdürebileceği bilinmektedir. Tasarım ekosistemine katılım tamamı ile ilgili meslek gurubundaki profesyonellerin isteğine bağlı bir şekilde gerçekleşeceği öngörülmektedir. Sistemin öncü basamakları dijital ortamda yer alacağı için merkeziyetsiz bir yaklaşımın hakim olduğu sistem endüstri 4.0'ın prensip ve gereksinimlerine uygun olarak şekillenmektedir. Söz konusu ekosistem dijital ortamda varlık gösterecek bir yapıya sahip olacağı için katılım sisteme kayıt olma şeklinde gerçekleşecektir.



Şekil 57. Tasarım Ekosistemi Sistemine Kayıt ve Roller (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Sözkonusu tasarım ekosistemi, biyolojik ekosistemlerin prensiplerini aktarmaktadır ve çeşitli aktörlerin etkileşim içinde olduğu karmaşık bir yapıya sahiptir. Biyolojik ekosistemlerde olduğu gibi, tasarım ekosistemi de belirli bir amaca yönelik olarak işler ve bu amaç doğrultusunda çeşitli aktörlerin katılımıyla gelişir ve tasarım eylemi odağında dengede tutularak varlığını sürdürmesi, geliştirmesi hedeflenmektedir.

Biyolojik bir ekosistemde, bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve çevre

faktörleri gibi birçok bileşen bir arada uyum içinde yaşamını sürdürdüğü bilinmektedir. Benzer şekilde, tasarım ekosistemi de çeşitli bileşenleri içermektedir;

İstemci/Müşteri: Biyolojik ekosistemdeki türler gibi, istemci veya müşteri de ekosistemin ana bileşenlerinden biridir. İstemci, ihtiyaçlarını ve gereksinimlerini belirler ve tasarım sürecinin hem odak noktasını hem de başlangıcını oluşturur.

Tasarımcılar: Biyolojik ekosistemlerdeki organizmalar gibi, tasarımcılar da ekosistemin canlı ve dinamik bileşenleridir. İstemcinin taleplerini analiz eder, çözümler üretir ve sürecin devamlılığını sağlarlar.

Tedarikçiler: Bu aktörler, biyolojik ekosistemlerdeki beslenme zinciri gibi, tasarım ekosisteminde malzeme, donatı ve diğer hizmetleri sağlarlar. Tasarım sürecinin malzeme ve teknoloji teminini sağlayarak ekosisteme katkıda bulunurlar.

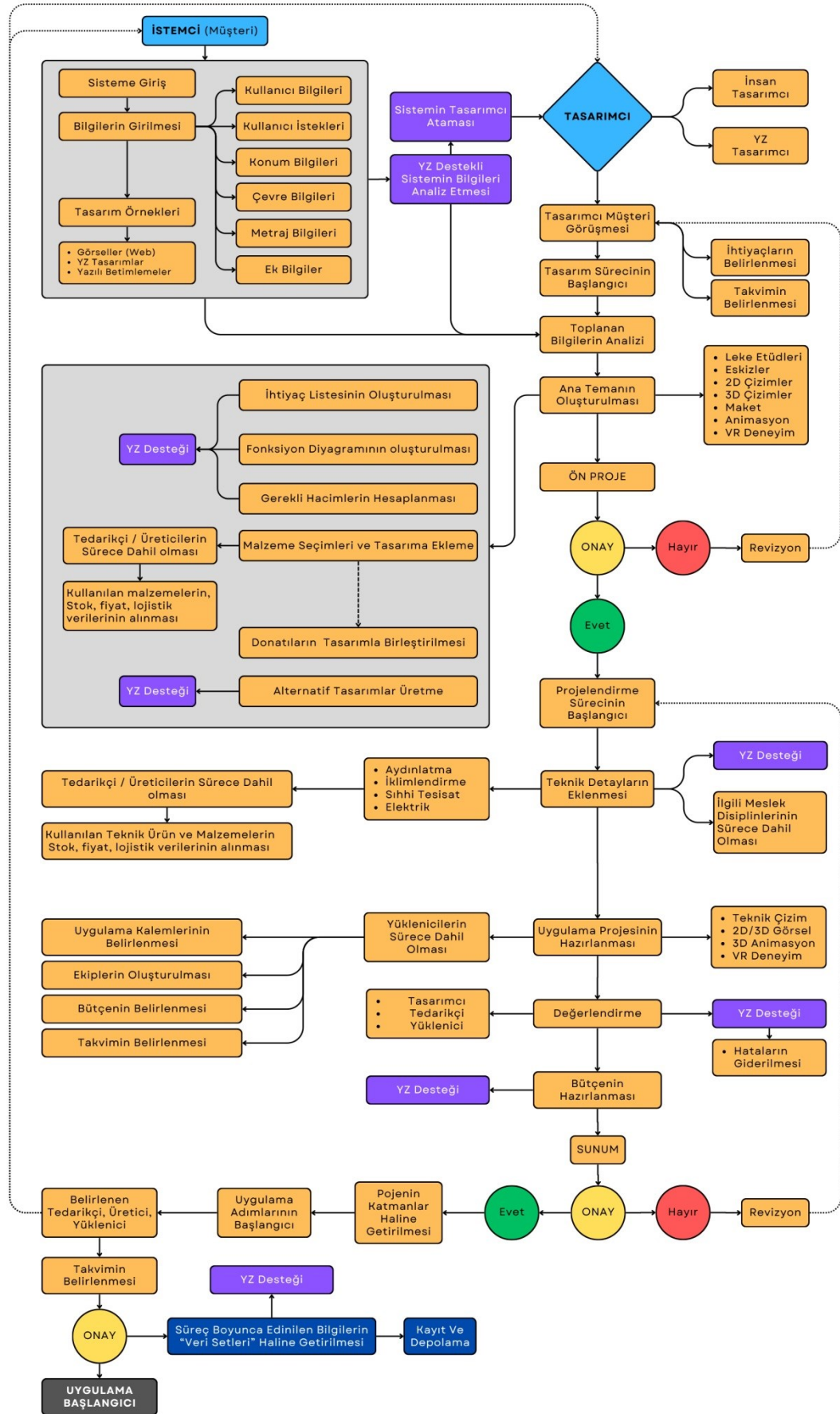
Yükleniciler ve Uygulayıcılar: Biyolojik ekosistemdeki etkileşimli türler gibi, yükleniciler ve uygulayıcılar da tasarımın fiziksel dünyada uygulanmasını gerçekleştirirler. İlgili projeyi hayata geçirerek tasarımın pratik boyutunu oluştururlar.

Kontrol ve Yönetim Birimleri: Bu bileşenler, biyolojik ekosistemdeki dengeleyici türler gibi, tasarım sürecinin yönetimini ve kontrolünü sağlarlar. Sürecin takibi, kalite kontrolü ve uygunluğunun sağlanması gibi görevleri üstlenirler.

Tasarım ekosistemindeki bu temel bileşenler, birbirleriyle etkileşim halinde çalışarak tasarım sürecinin başarılı bir şekilde ilerlemesini ve tamamlanmasını sağlarlar. Bu ekosistemdeki etkileşim ve dengenin sağlanması, biyolojik bir ekosisteme benzer bir şekilde çeşitli faktörlerin bir araya gelerek uyum içinde çalışmasına dayanır. Bu da tasarım ekosisteminin sürdürülebilirlik ve etkinlik açısından biyolojik ekosistemlerle olan benzerliğini göstermektedir.

Tasarım ekosisteminin temel bileşenlerinin birbirleri ile olan etkileşimleri ve süreç içerisindeki hareketlerinin ifade edilebilmesi amacı ile ekosistemin temel işleyiş şeması şekil 57’de bir algoritma şeklinde ele alınmıştır. Bu algoritma ifadesinde temel adımlar ele alınmış olup adımlar ve bağlantı noktaları geliştirilebilir bir yapıda sunulmuş ve süreç bir döngü şeklinde ele alınmıştır. Sürecin tanımlanması “Şekil 55 İç Mimari Tasarım Süreci” temel alınarak oluşturulmuştur.

Tasarım ekosisteminin altyapısının oluşturulması, tasarım sürecinin akışını ve çoklu aktörlerin etkileşimini içeren bir sürecin ifade edilmesi ile başlamaktadır. Bu ekosistem, tasarımın farklı aşamalarında rol oynayan ve bir araya gelerek katkı sağlayan çeşitli aktörlerden oluşmaktadır. İstemci/müşteri, tasarımcı, tedarikçi, yüklenici ve kontrol birimleri gibi bu aktörler, tasarım sürecinin etkili bir şekilde yürütülmesi için merkeziyetsiz biçimde bir araya gelecekleri bir platform ile gerçekleşmesi öngörülmektedir.



Şekil 58. İç Mimari Tasarım Ekosistemi Algoritması (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarım ekosistemi, bir algoritma mantığında düşünölmelidir; çünkü tasarım sürecinin içerdğı adımlar belirli bir sıraya ve farklı değışkenlere sahip döngösel bir yapıya sahiptir. Her değışkende oluşacak yeni sonuçlar doğrultusunda sistem içerisinde farklı adımların ortaya çıkması ve yeni döngülerin oluşması muhtemeldir. Bu nedenle, tasarım ekosisteminin algoritma mantığıyla ele alınması, sürecin sınırlı değil bir anlamda daha esnek yapısının rahat bir şekilde kavranmasını ve dijital ortamda uygulanmasını kolaylaştıracğı öngörülmektedir.

Sözö edilen tasarım ekosisteminin çalışma prensipleri, doğanın uyumlu ve sürdürülebilir yaşam prensiplerinden etkilenmektedir. İşbirliği, bilgi alışverişı, kaynakların verimli kullanımı, atık azaltımı ve bilgi aktarımı gibi prensipler, tasarım ekosisteminin temelini oluşturmaktadır. Bu prensipler, sistemde yer alan aktörlerin bir arada uyum içinde çalışmasıyla gerçekleşecektir. Bununla birlikte, tasarım ekosistemi içindeki aktörlerin rol ve sorumlulukları da sistemin amacına ulaşması için önem taşımaktadır. İstemci, taleplerini ve gereksinimlerini belirtirken, tasarımcı bu gereksinimleri analiz eder ve çözümler üretir. Tedarikçiler malzeme ve donatı sağlayarak, yükleniciler ise uygulama aşamasında görev alırlar. Kontrol birimleri ise sürecin takibini ve yönetimini sağlarlar. Bu şekilde sistem doğal bir ekosistemde olduğu gibi uyumlu bir şekilde varlığını sürdürmeye ve büyümeye devam edecektir.

Özetle bu sistem, tasarımın başlangıç tartışmalarından uygulamaya kadar çeşitli aşamaları, tasarım ile ilgili süreçleri optimize etmeyi ve profesyoneller arasında işbirliğini kolaylaştırmayı hedeflemektedir. Merkezi olmayan yaklaşım ve Endüstri 4.0 prensipleri ve doğal ekosistemlerden prensip aktarımları sistemin yenilikçi bir yapıya sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Altyapısı oluşturulan tasarım ekosisteminin güçlü yönlerini, zayıf yönlerini, potansiyellerini ve sınırlılıklarını belirlemek adına bir analiz gerçekleştirilmiştir. Sistemin farklı durumlarını değerlendirmek için SWOT analizi uygun görölmüştür.

5.4. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Altyapının SWOT Analizi

SWOT Analizi, ilk olarak Prof. Heinz Weihrich tarafından, San Francisco Üniversitesi'nde yönetim profesörü iken "Long Range Planning" dergisinde yayınlanan bir makalede ortaya atılmıştır. Bu makale, stratejik planlama ile ilgili çalışmalarda önemli bir yer edinmiştir. Günümüzde de SWOT Analizi, stratejik yönetim ve planlama süreçlerinde kullanılan önemli bir araç olarak güncelliğini korumaktadır (Hamdioğlu,

2002. Akt: Cebecioğlu, 2006).

Alan ve konu farketmeksizin herhangi bir organizasyonda stratejik yönetimin en önemli konularından biri Swot Analizi'nin yapılmasıdır. SWOT Analizi, söz konusu organizasyonun iç ve dış alanlarının kendi konu sınırlarında değerlendirilmesine imkan sağlayan bir analiz tekniğidir. SWOT Analizi, konu bağlamında bulunan içeriklerin etkileneceği örgütsel ve çevresel faktörlerin olumlu ve olumsuz yönleriyle incelenmesini içermektedir. SWOT, aşağıda verilen İngilizce kelimelerin baş harflerinden oluşturulmuş bir kısaltmadır;

S : Strength (Organizasyonun güçlü ve üstün taraflarının ifade etmektedir.)

W : Weaknesses (Organizasyonun zayıf olan yönlerinin tespit ve ifade etmektedir.)

O : Opportunities (Organizasyonun sahip olduğu fırsat ve potansiyelleri ifade etmektedir.)

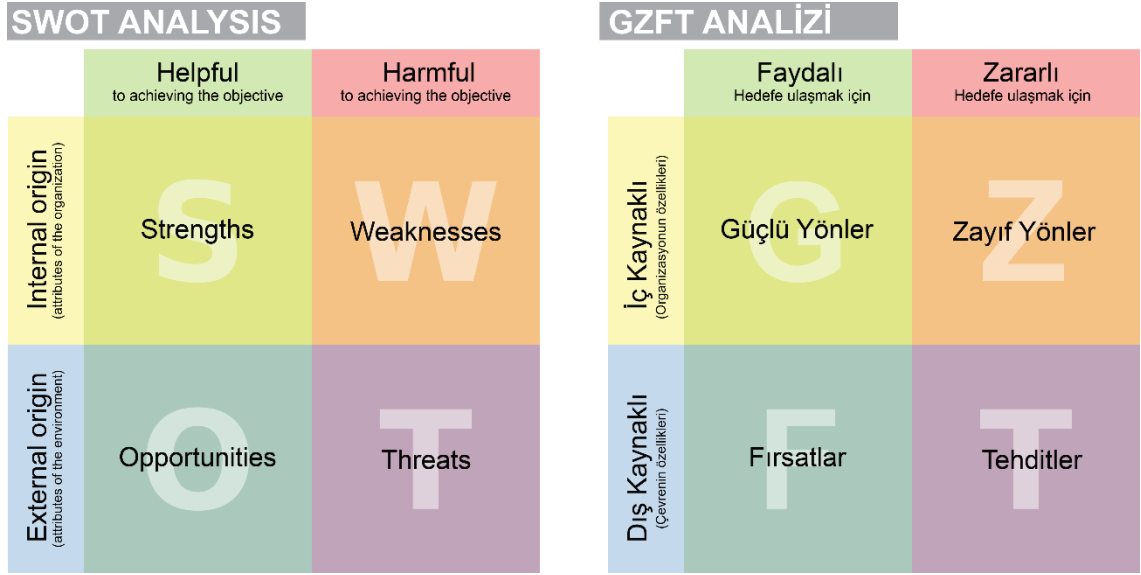
T : Threats (Organizasyonun karşılaşması muhtemel tehdit ve tehlikelerini ifade etmektedir.) (Certo, 1994; Aktan, 1999; Kocabaş vd., 1999; Tenekecioğlu ve Tokol, 2004. Akt: Cebecioğlu, 2006).

SWOT Analizi, incelenen kuruluşun, organizasyonun, tekniğin, sürecin, yeniliğin veya durumun temel olarak güçlü ve zayıf yönlerini belirlemekte ayrıca durumun dışında kalan fakat durum ile ilişkisi olabilecek dış çevreden kaynaklanan fırsat ve tehditleri saptamakta yaygın olarak kullanılan bir teknik olarak bilinmektedir (Gürlek, 2002).

Benzer bir tanım olarak; mekansal planlama, kurumsal planlama veya kişisel planlama gibi alanlarda başvuru; kişiye, kuruma, projeye veya proje alanına ilişkin *güçlü yönler*, *zayıf yönler*, *fırsatlar* ve *tehditler* gibi parametreleri açıkça ortaya koyan bir teknik olarak adlandırılabilir (Poyraz, 2018).

SWOT Analizinin uygulama ve araştırma alanı fark etmeksizin;

- Güçlü ve Zayıf yönler projenin, proje alanının, kurumun, kişinin kendi iç bağlamında olan, zamanla değişebilecek veriler ve bilgilerden oluşurken,
- Fırsatlar ve Tehditler alanın, kurumun, kişinin dış bağlamda etkileyen ve değişmesi sınırlı olan veriler ve bilgilerden meydana gelmektedir.



Şekil 59. SWOT-GZFT analizi. (Çeviri: Yazar)

Kaynak: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/SWOT_en.svg
Adresinden Edinilmiştir.

SWOT analizi ile ilgili bu bilgiler doğrultusunda ortaya atılan ve altyapısı tanımlanan tasarım ekosisteminin analizi için;

5.4.1. Güçlü Yönler

Merkeziyetsiz bir yapıya sahip olması, yenilikçi ve farklı bir yaklaşım olması, tasarım sürecini mobil hale getirme potansiyelinin olması, eş zamanlı bilgi alışverişine ve akışına olanak tanınması, hataların süreç içerisinde giderilebilmesi, istemcinin sürece dahil olarak sadece izleyici olarak değil aktif bir şekilde tasarım sürecinde rol alması, tasarıma etki ve katkısı bulunan bütün aktörleri bir araya getirebilme potansiyeli, zaman ve kaynaklardan tasarruf etme potansiyeli, kolay erişilebilir bir yapıda olması, Süreç içerisinde edinilen bilgilerin depolanması ve sonraki proje/problemlerin çözümünde kullanılabilmesi. Bu şekilde tasarım ekosisteminin temel aldığı doğal ekosistemlerin prensiplerinin biyomimetik yaklaşımı ile aktarımı gerçekleşmektedir.

5.4.2. Zayıf yönler

Sistemin tanınır hale gelmesi ve aktif bir şekilde kullanımı için zaman ve sistemin tanıtımı için farklı kaynaklara ihtiyacının bulunması. Farklı disiplinlerden yeteri kadar katılımın gerekmesi, sistemin test çalışmalarının ne kadar zaman alabileceğinin bilinmemesi, katılım sağlayan meslek profesyonellerinin teknolojik altyapılarının

belirsizliği, kullanıcıların sisteme kayıt olduktan sonra aktif kullanımları konusunda belirsizliklerin bulunması, güveninirlik anlamında pilot uygulamalara ihtiyaç olması ve bu işlem süreci için fazladan zaman gerekliliği bulunmaktadır.

5.4.3. Fırsatlar

Tasarım eylemi ve uygulamaya kadar hatta uygulama sonrası anlamında yenilikçi bir teknik ortaya atılması. Teknoloji ve tasarım etkileşimini endüstri 4.0 standartlarında destekleyici bir yapıda olması. Tasarım hizmetini daha tanınır ve erişilebilir hale getirmesi, Tasarım sürecindeki hatalara farklı meslek profesyonellerinin müdahalesini kolaylaştırması. Sistem içerisinde finansal çözümlerin sunulması ve bu konuda dış faktörlerden tamamen uzaklaşarak kendi içerisinde döngüleri bünunan bir ekosistemi tanımlaması şeklinde sıralanabilir.

5.4.4. Tehditler

Tasarım ekosistemine dahil olması öngörülen meslek profesyonellerinin alışlagelmiş başka bir ifade ile geleneksel olarak yüzyüze bir tasarım süreci tercih etmeleri ve sisteme dahil olmayı reddetmeleri. Sistemin deneyimlemeden çalışmayacağı veya etkili olmayacağının düşünülmesi, varsayılması. Tasarım sürecinde ekosistemin getirdiği şeffaflığın istenmemesi. Birçok teknolojik ya da yenilikçi atılımda olduğu gibi insanların inovatif yapıyı reddetmeleri. Sistemi anlamadan önyargılar üretilmesi ve buna bağlı olarak güvensizlik oluşması ya da oluşturulması. Ayrıca sistemin web ya da mobil tabanlı bir uygulama üzerinden çalışıyor olması sahte ve ya benzerlerinin çok hızlı ortaya çıkabileceği tehditler arasında sayılabilir.



Şekil 60. Tasarım ekosistemi için SWOT/GZFT Analiz İnfografiği (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

İç Mimari Tasarım Ekosistemi altyapısı üzerinden yapılan SWOT/GZFT analizinin daha hızlı ve akıcı olarak incelenebilmesi için Şekil 60'da bir infografik oluşturulmuştur. Bu infografik 5.4.1-2-3-4 bölümlerindeki metinlerin sadeleştirilmiş ifadelerini içermektedir. Analizde belirtilen farklı yönler için ekosistemin işleyiş adımları özelinde yeni değerler eklenebilir, zayıf yönler dikkate alıp çözüm önerileri getirilmesi halinde sistemin zayıflıkları giderilebilir. Farklı çözümler ile fırsatlar artırılabilir ve tehditler azaltılabilir. Bu analizin iç mimari tasarım ekosisteminin mevcut altyapısı özelinde yapıldığı ve mevcut durumunu ifade ettiği dikkate alınmalıdır.

5.5. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Mobil Uygulama Önerisi

Çalışma içerisinde farklı kısımlarda vurgulanan merkeziyetsiz olma özelliği bir mobil uygulama üzerinden çalışması ile mümkün olacaktır. Bu nedenle bir mobil uygulama altyapısı geliştirilmiştir. Bu altyapı “pre-alpha” seviyesinde bir öneri çalışmasıdır.

Uygulama geliştirme konusunda 1950’li yıllarda IBM tarafından kullanıldığı bilinen pre-alpha, alpha, beta, release candidate (yayın adayı) gibi aşamalar bulunmaktadır (Çetin, 2019). Günümüzde de mobil uygulamalardan endüstriyel otomasyon yazılımlarına kadar geniş bir yelpazede yazılım geliştirme konusunda bu terimlerin kabul edildiği ve kullanıldığı bilinmektedir.



Şekil 61. Yazılım Geliştirmede Aşamalar. (Çeviri: Yazar)

Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Software_Release_Lifecycle.svg Erişim Tarihi: 05.05.2024

Pre-alpha aşaması, yazılım geliştirme sürecinde ilk test aşamasından önceki geliştirme aşamasını temsil etmektedir. Bu aşama, yazılımın hala geliştirilmekte olduğu ve tamamlanmamış olduğu aşamadır. Normal şartlarda bu aşamada yazılım test edilir, ancak pre-alpha, resmi test aşamasının başlamasından önceki sürecin aşamalarını ve tamamını ifade etmek için kullanılmaktadır.

Pre-alpha aşamasında, bir dizi farklı aktivite gerçekleşebilir. Bunlar arasında pazar araştırması, veri toplama, gereksinimlerin analiz edilmesi, yazılım mimarisinin oluşturulması, arayüz tasarımı gibi süreçler yer alabilir. Bu süreçler, yazılımın ihtiyaçlarına ve hedeflerine uygun olarak şekillendirilir ve geliştirme sürecinin başlangıcında gerçekleştirilir (Ruhe, 2005).

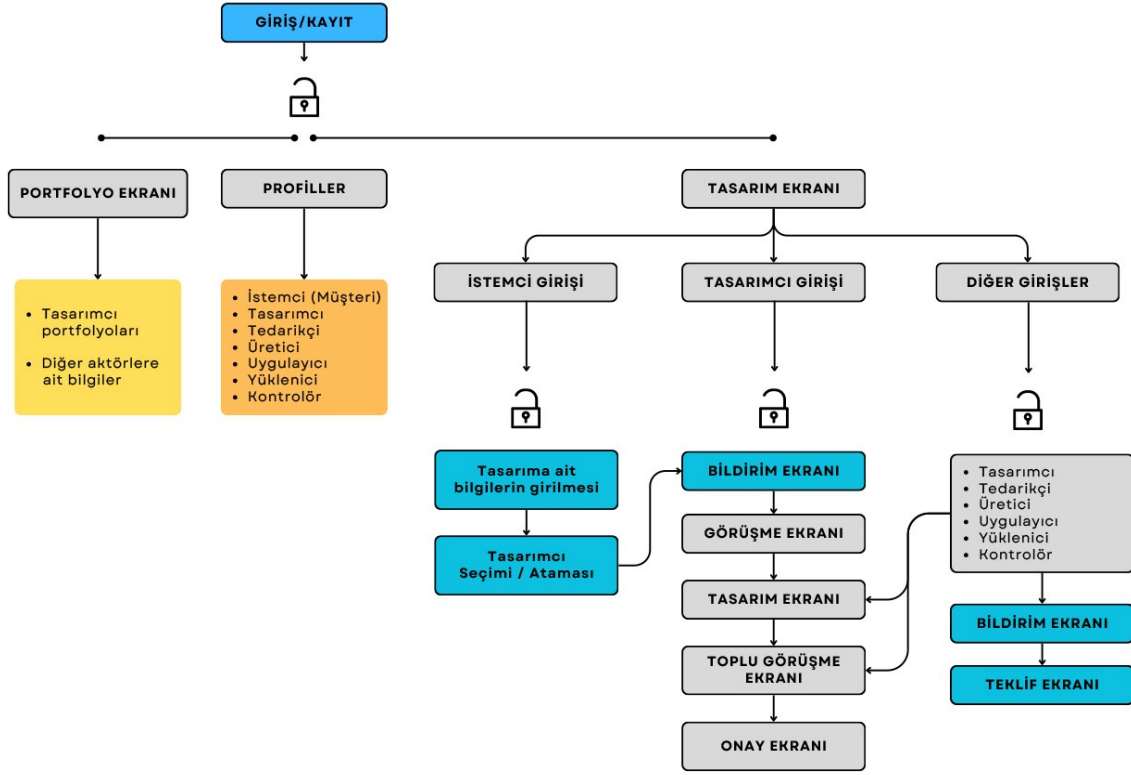
Pre-alpha aşaması, genellikle uzun bir zaman dilimini ifade etmektedir çünkü yazılımın temellerinin sağlam bir şekilde oluşturulması ve gereksinimlerin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşama, yazılımın daha sonraki test ve dağıtım aşamalarında karşılaşılabileceği sorunları minimize etmek için önemlidir.

Bu aşama yazılım veya uygulama (application) fikrinin mülkiyetinin alınması için de kullanılmaktadır. Resmi olarak test edilmemiş olsa dahi altyapısı ve arayüzü bakımından kopyalanamaz hale getirilmiş bir tanım oluşturmaktadır. Bu yönü ile de sıklıkla pre-alpha başlığı altında birçok yazılım altyapısı bulunabilmektedir (Ruhe, 2005).

Alpha sürümü ise, yazılım geliştirme sürecindeki bir sonraki aşamayı ifade etmektedir ve genellikle pre-alpha ve beta aşamaları arasında yer almaktadır. Alpha sürümü, yazılımın temel görünümünün tamamlandığı ve biçimsel olarak test edilebilir olduğu aşamadır. Alpha sürümü, yazılımın ilk çalışabilir versiyonunu temsil edebileceği gibi yazılım mimarisi, arayüzünün tamamlandığı biçimsel testlerin gerçekleşebileceği aşamayı tanımlamaktadır. Bu sürüm genellikle hala bazı hatalar içerebilir ve tam olarak işlevsel olmayabilir, ancak temel özelliklerin ve tasarımın bir ön izlemesini sunmaktadır. Alpha sürümü, yazılım geliştirme sürecindeki önemli bir kilometre taşıdır ve genellikle yazılımın gelişiminin ilerleyeceğinin göstergesi niteliğindedir (Ruhe & Saliu, 2005).

Bu bilgiler doğrultusunda bölüm başında da belirtildiği üzere pre-alpha ve alpha seviyelerinde bir mobil uygulama mimarisi ve arayüzü geliştirilmeye çalışılmıştır. Her iki konu başlı başına kapsamlı bir araştırmayı ve bilgi birikimini gerektirmektedir. Burada verilmeye çalışılan bir öneri niteliğindedir ve konu kapsamının tamamlanmasını amaçlamaktadır.

Öneri olarak verilen uygulama arayüzü toplamda 8 ana ekran ve bu ekranların altında çeşitlenen alt ekranlar olarak ele alınmıştır. Şekil 62’de görüldüğü üzere giriş ve kayıt ekranı ile başlayacak uygulama akışı portfolyo ekranı, profiller, tasarım ekranları altında istemci, tasarımcı ve diğer girişler olarak devam etmektedir.



Şekil 62. Tasarım Ekosisteminin Öngörülen Uygulama Mimarisi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

İç mimari tasarım ekosistemi oluşturulması ve mobil uygulama önerisi oluşturmadaki itici güç, günümüzün koşulları özelinde bireysel müşteri (istemci) ihtiyaçlarına yönelik yenilik yapma gerekliliğidir. Bireyler için tasarım yapmak, gerçek zamanlı yaklaşımları benimsemek, ölçeklenebilir düzeyde teknoloji kullanmak tasarım eylemi için günceli yakalamak adına önem taşımaktadır. Bu konuda kullanılması olası mobil uygulamalar da bu yenilik ve teknolojik yaklaşımların önemli bir parçasıdır.

Mobil uygulama ve yazılım ile ilgili diğer konularda ilgili yazılımın temel işleyiş prensiplerini, akış şemalarını oluşturduktan sonraki aşama olarak arayüz tasarımı gelmektedir. Arayüz ya da yaygın ismi ile kullanıcı arayüzü (UI/User Interface) insan ile makine arasındaki bağlantıyı ve etkileşimi mümkün kılan bir zemin olarak düşünülebilir (McKay, 2013).

Kullanıcı arayüzü, bir mobil uygulamanın bizi karşılayan sayfaları ve ya ekranları olabilirken aynı zamanda günlük hayatımızda kullandığımız beyaz eşyaların ekranları da olabilir. Kısacası insan ile makinenin etkileşime geçtiği çeşitli bilgilerin girildiği ya da alındığı her dijital ekran kullanıcı arayüzü olarak adlandırılabilir.

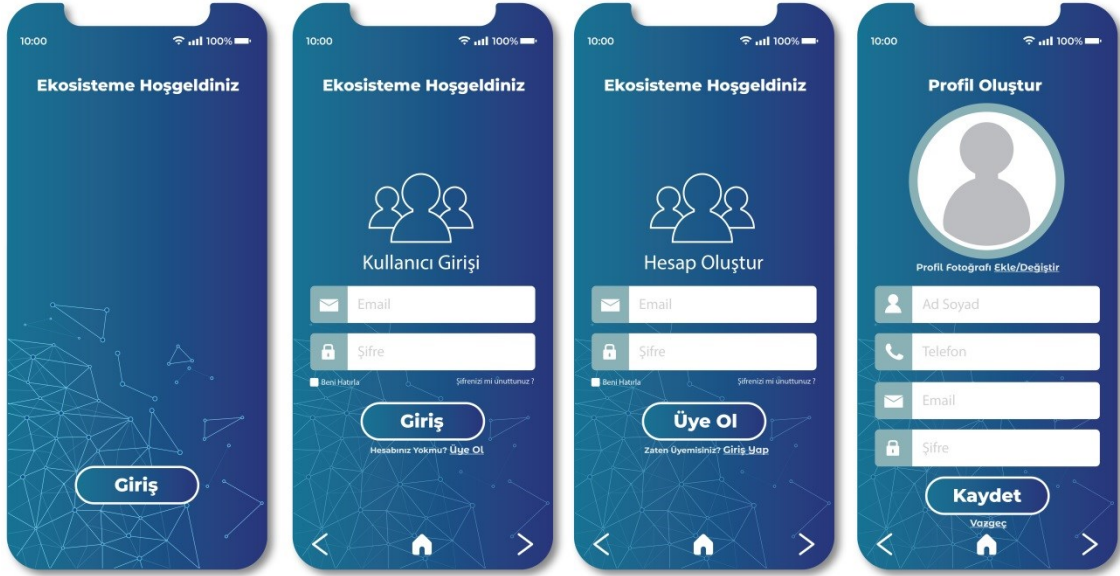
İnsan makina etkileşimini sağlayan arayüzler için; günümüzdeki sosyal internet kullanımı ile birlikte insan-makina-insan etkileşiminde arayüzler olduğu söylenebilir. Bu uygulama arayüzü de iç mimari tasarım ekosisteminin işlemlerini sağlaması ve çoklu kullanıcının etkileşimini öngörmesi dolayısı ile sadece insan makina değil, insan-makina-insan etkileşiminde bir yapıya sahip olması gerektiği söylenebilir.

5.5.1. İç Mimari Tasarım Ekosistemi: Mobil Uygulama Arayüz Çalışması

Mobil uygulamalarda arayüz tasarımı (UI), kullanıcı deneyimini (UX) doğrudan etkileyen kritik bir bileşen olarak değerlendirilmektedir. İyi bir arayüz tasarımı, kullanıcıların uygulamayı daha kolay ve etkili bir şekilde kullanmalarını sağlamakta ve bu durum, uygulamanın başarısını ve kullanıcı memnuniyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Kullanıcı dostu ve sezgisel bir tasarım, kullanıcıların ihtiyaç duydukları bilgilere ve işlemlere zahmetsizce erişim sağlamalarını mümkün kılacaktır. Mobil uygulama arayüzleri, kullanıcıların sezgisel ve verimli bir şekilde etkileşim kurmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Kullanıcı arayüzleri, günümüzde yoğun olarak dokunmatik ekranlar, sesli komutlar ve hareket tabanlı girişler gibi çeşitli etkileşim biçimlerini içermektedir. Kullanıcıların makine ile olan verimli etkileşimleri arayüz tasarımının kullanıcı ihtiyaçlarına olan uygunluğu ile doğru orantılıdır.

Mobil uygulamalarda karşılama ve kayıt ekranları, kullanıcıların uygulamayla ilk etkileşimlerini kurdukları kritik noktalardır. Bu ekranlar, kullanıcıların uygulama hakkında ilk izlenimlerini oluşturur ve kullanıcı deneyimi üzerinde büyük ölçüde etkilidir.

Uygulama arayüz tasarımının ilk evresi olarak görülebilir. Diğer menü ve ekranların sahip olduğu tasarım dili ile ilgili bilgi de barındırmaktadır. İlk ekranlarda hakim olan çizgiler diğer ekranlarda da aynı ya da benzer şekilde devam ederek uygulamanın tamamında bütünlük yakalanmalıdır.

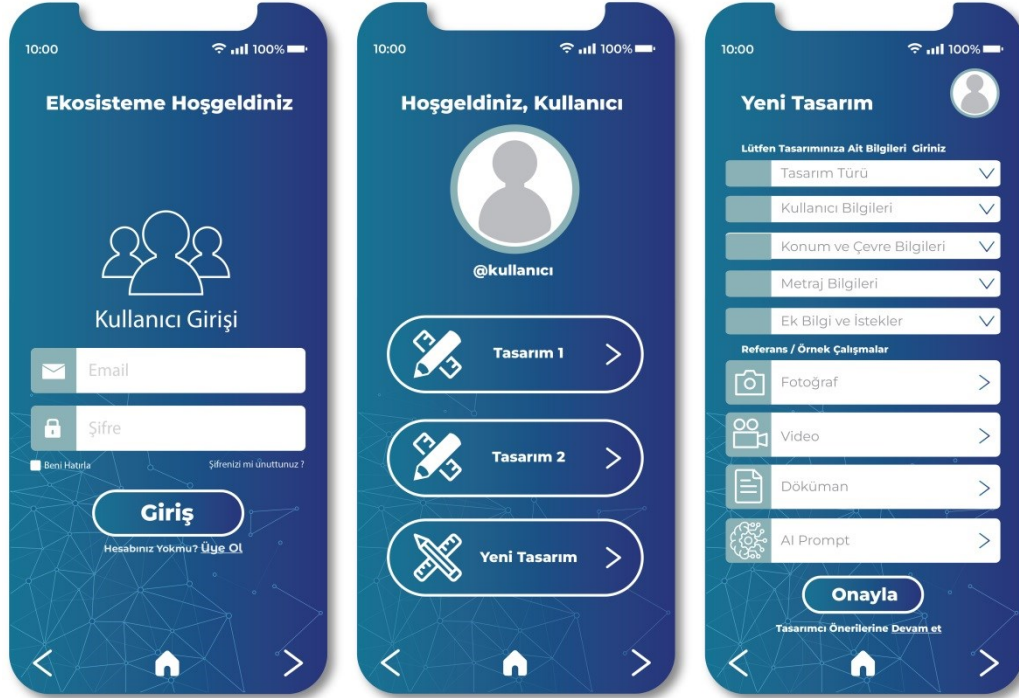


Şekil 63. Karşılama, Giriş, Üyelik ve Profil Oluşturma Ekranları (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Kullanıldığı platform farketmeksizin herhangi bir mobil uygulama çalıştırıldığında ilk etkileşim karşılama ekranı ile gerçekleşmektedir. Bu ekranlarda uygulama özelliklerinin ve ya uygulama ile ilgili diğer bilgilere yer verilebilir ya da sadece bir karşılama ekranı olarak da ele alınabilir. Bu ekrandan sonra uygulama içeriklerine erişim sağlanması ile etkileşim devam etmektedir. Birçok mobil uygulama giriş yapmadan kısıtlı bir gezinmeye imkân vermektedir. Fakat iç mimari tasarım ekosistemi katılım temelli kapalı bir sistem olması dolayısı ile karşılama ekranından bir sonraki ekran üye girişi eğer henüz üyelik yok ise hesap oluşturma ekranıdır. Uygulama içerisinde üyelik olmadan gezinmek mümkün olmamaktadır. Biyolojik ekosistemlerde olduğu gibi sistemi oluşturan elemanlar yeni bir girişi ancak sisteme fayda sağlaması koşulu ile kabul etmektedir. Bu nedenle bu davranış üyelik olmadan gezinmeye izin verilmemesi ile benzetilmektedir.

Üyeliğin zorunlu tutulması sisteme daha fazla üyeyi çekmek maksadı ile yapılmış bir eylem olarak algılanabilir. Fakat sözkonusu uygulamada sistemdeki üye/aktör sayısından çok sisteme olan olumlu katkı daha ön plandadır. Ayrıca üyeliklerin aktif kullanımı ekosistemin devamlılığı açısından önem taşımaktadır. Sistem uzun süre aktif olmayan kullanıcıları otomatik bir şekilde silebilir, verilerini arşivleyerek pasif konuma alabilir. Biyolojik ekosistemlerde olduğu gibi en önemli prensipler verimlilik, devamlılık ve gelecek nesillere aktarılabilecek olan bilgidir.

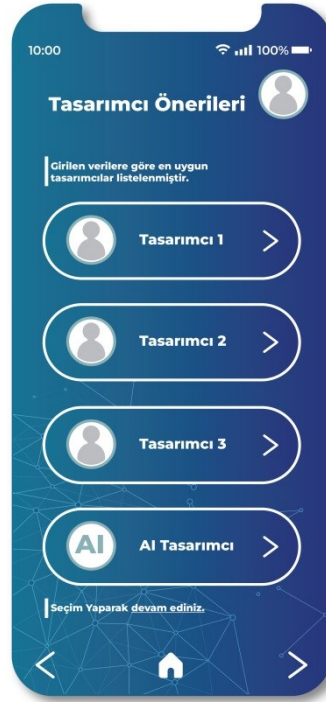
Oluşturulan kullanım senaryosunda üyelik ve giriş adımları geçildikten sonra istemcinin ilgili tasarım işi için gerekli bilgileri ilgili alanlara girmek sureti ile istem gerçekleştireceği ekranlar ile etkileşim sağlanacaktır.



Şekil 64. Kullanıcı girişi ve Tasarım Bilgilerinin Girilmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

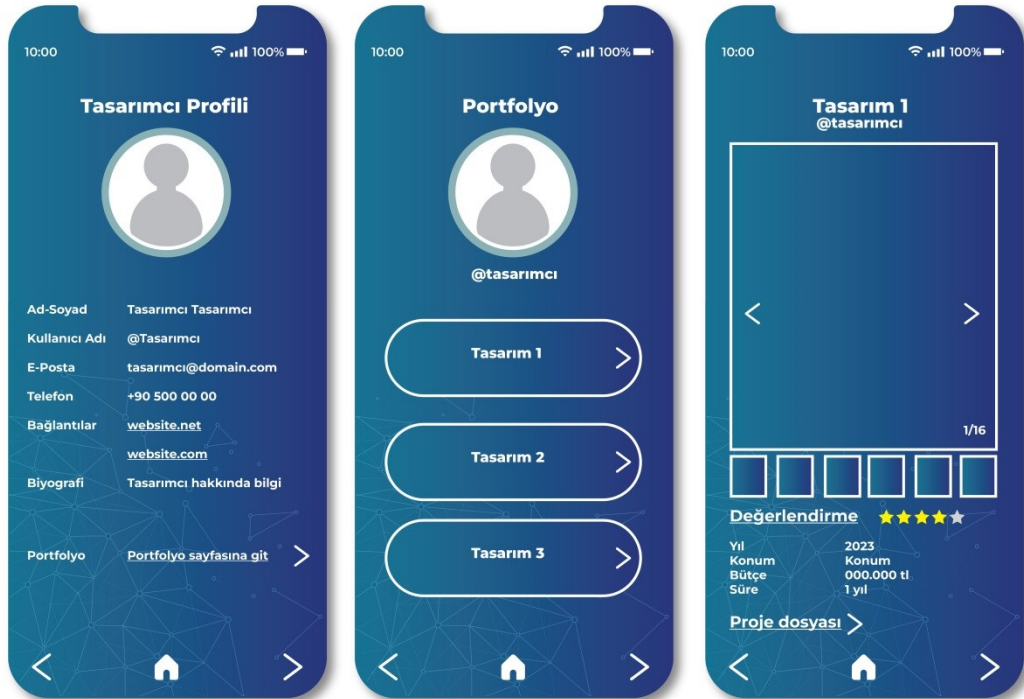
Kullanıcı giriş yaptıktan sonra daha önce istem gerçekleştirdiği tasarımları ve bu tasarım projeleri hakkındaki bilgileri kendi profil sayfasından görebilir veya yeni bir tasarım projesi başlatabilir. Yeni tasarım seçeneği üzerinden devam edildiğinde açılan yeni ekranda tasarım türü, kullanıcılara ait bilgiler, konum ve yakın çevreye dair veriler, varsa metraj bilgileri ve eklenmek istenen diğer bilgiler ilgili kutucuklar üzerinden doldurulabilmektedir. Eğer istenilen tasarıma ait fikir verecek yada örnek teşkil edecek tasarım görselleri, videoları, dökümanları veya yapay zeka tariflemeleri yine bu ekran üzerinden tasarım bilgilerine eklenebilir. Bu sayede bilgiler daha rahat bir şekilde müşteri isteklerine göre işlenerek en uygun tasarımcıya yönlendirme gerçekleştirilebilir.

Şekil 64'te sağ kısımda yer alan tasarım bilgilerinin girişi için oluşturulan ekrandaki bilgi kutucukları doldurulduktan sonra onay butonuna basılarak bilgiler sabitlenir. Daha sonra sistemin girilen bilgileri yorumlayarak tasarım türü, konum ve diğer isteklere göre en uygun tasarımcıyı ataması için beklenir.



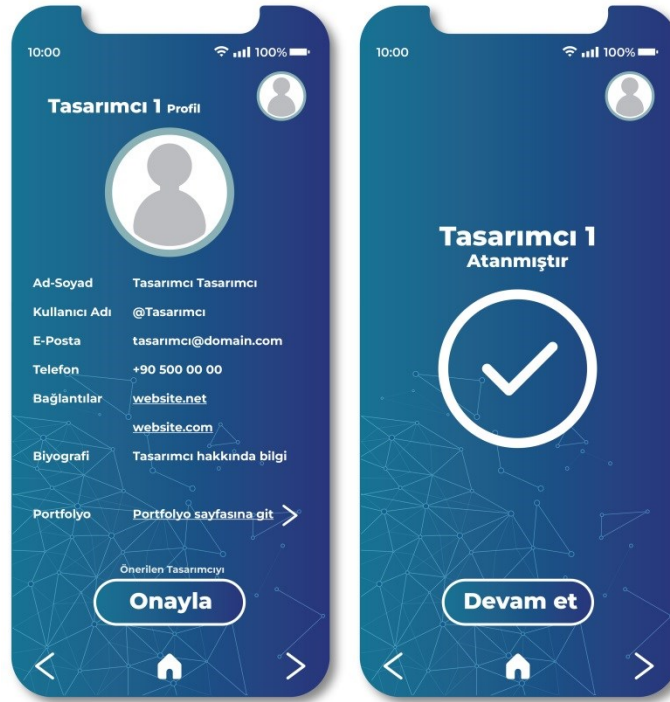
Şekil 65. Tasarımcı Önerilerinin Belirlenmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Sistem uygun tasarımcı adaylarını listeledikten sonra istemci ilgili tasarımcı butonuna tıklayarak tasarımcı profillerini ve portfolyoları inceleyebilir. Bu şekilde tasarımcı hakkında detaylı bilgi edinebilir.



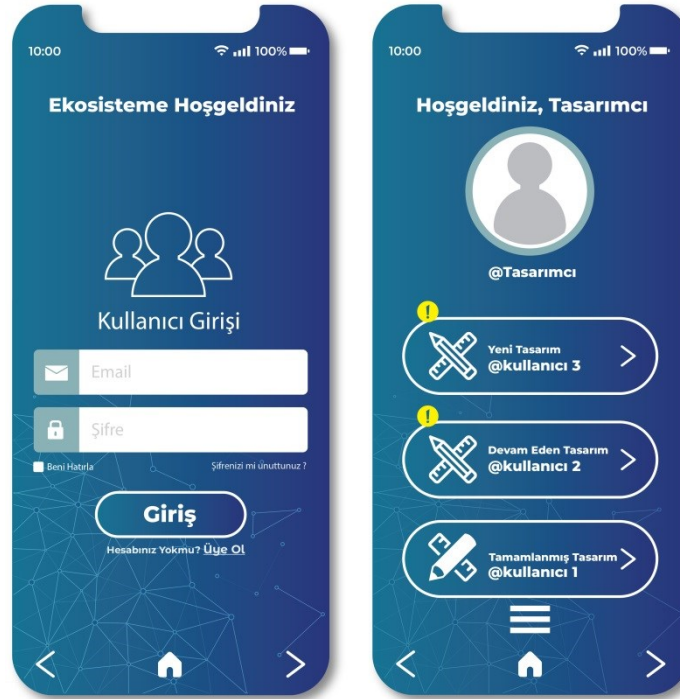
Şekil 66. Tasarımcı Profilleri ve Portfolyolar (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarımcı bilgileri incelendikten sonra istemcinin bir tasarımcı seçimi yapması beklenmektedir. Eğer önerilen tasarımcılar arasından seçim yapmak istenmezse önerilerin yenilenmesi talep edilebilir ve ya sistem içerisinde olan başka bir tasarımcı seçilebilir. Eğer sistem insan tasarımcıların yanında yapay zeka (AI) tasarımcı ya da tasarım aracı önerisinde bulunmuşsa bu seçenek içerisinde devam edilebilir. Tercih ve kullanım sistemin yönlendirmesi ile fakat istemcinin onayı ile gerçekleşmektedir.



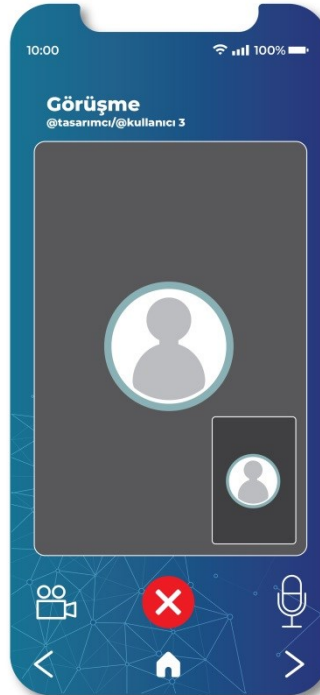
Şekil 67. Tasarımcı Seçim Ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Sistemin tasarımcı önerilerini sunması ve istemcinin tasarımcı profil ve portfolyolarını incelemesinden sonra belirlenen tasarımcı istemci tarafından onaylanır. Bu öneriler sistemdeki tasarımcılar arasından en uygun olanlardan seçilmekte ve bu uygunluk çerçevesinde sistem üzerinden belitmiş oldukları iş yoğunlukları da bulunmaktadır. Bu nedenle öneriler arasından herhangi bir seçenek belirlendiğinde tasarımcı otomatik olarak atanmış olacaktır. Fazladan bir cevap süresi beklenmemektedir. Bu durum sistemin verimliliğini artırmak için belirlenen bir prensip olarak tanımlanabilir. Bu aşamadan sonra tasarımcı ve istemci arasında görüşmelerin yapılacağı aşamalara geçilebilir.



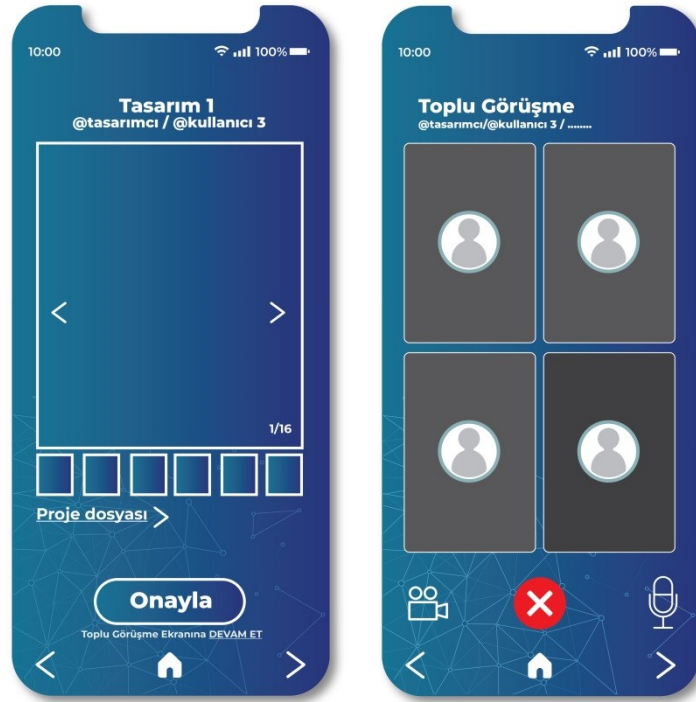
Şekil 68. Tasarımcı Girişi ve Bildirim Ekranları (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarımcı sistemine giriş yaptığında yeni tasarıma ait bildirimleri alabilir. Yeni tasarım bildirimine tıkladıktan sonra istemcinin girmiş olduğu bilgileri görebilir ve bu doğrultuda görüşme yapılarak süreç başlamış olur.



Şekil 69. Görüşme ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarım ile ilgili görüşmeler yapıldıktan sonra tasarımcı belirlenen sürede ilk tasarım önerilerini geliştirmeye başlamaktadır. Sürecin bu kısmı geleneksel şekilde devam eden tasarım eylemi ile örtüşmektedir. Tasarımcı dijital ortamda veya geleneksel şekilde tasarımlarını geliştirebilir. Tasarım ve projelendirme sürecinde ekosistem üzerinden görüşmeler ve diğer ekosistem elemanları ile etkileşim devam edecektir.

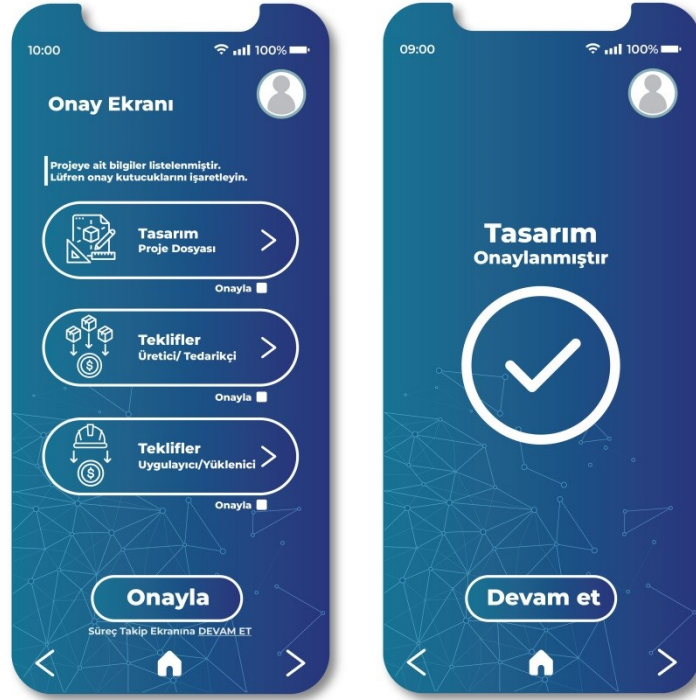


Şekil 70. Tasarım ve Toplu Görüşme ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarımcı ve istemci arasında ki görüşmelerin tasarım ekranları üzerinden devam etmesi öngörülmektedir. Şekil 69'da sol kısımda tasarımcının yapmış olduğu çalışmalar ve projeye ait diğer detaylar yer almaktadır. Bu ekran ile entegre bir şekilde çalışacak olan toplu görüşme ekranında ekosistemin diğer elemanlarının da tasarım eylemine katkıda bulunması öngörülmektedir.

Sürecin bu kısmında tasarım ile ilgili tedarik, üretim, uygulama, kontrol, deneyimleme gibi hizmetler veren, sistemin belirlediği aktörlere bildirim gönderilerek görüşmeye davet edilebilir ya da bildirimler üzerinden ilgili teklifleri hazırlayarak sürece katkı sağlayabilirler.

Süreç içerisinde tasarım üzerinde yapılan çalışmaların istemci tarafından onaylanması beklenmektedir.



Şekil 71. Tasarım Onay Ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Onay ekranında tasarım ile ilgili çalışmalar, üretim, tedarik, uygulama gibi konulardaki teklifler yer almaktadır. İstemci bu kısımda her bir konu ile ilgili çalışmalarını ayrı ayrı onaylama seçeneğine sahip olacaktır. Tasarım ile ilgili çalışmalar onaylandıktan sonra proje süreci başlamış olur. Verilen her teklifte ilgili işin süresinin de ayrıca belirtilmesi istenmektedir. Bu şekilde tasarım ve üretim eylemlerinin en verimli şekilde optimize edilmesi amaçlanmaktadır.

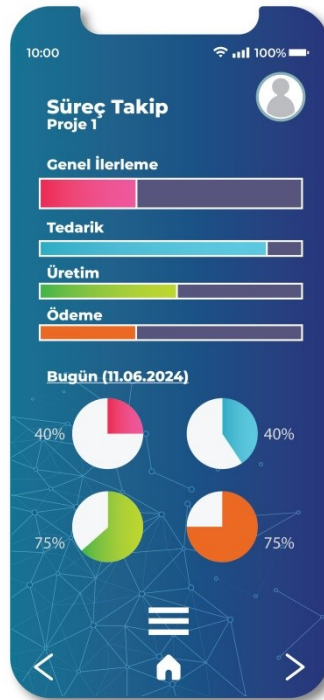
Doğal ekosistemlerde, yeni bir elementin ekosisteme dahil edilmesi, mevcut dengeyi koruyacak ve ekosisteme fayda sağlayacak şekilde gerçekleşir. Örneğin, bir ekosisteme yeni bir türün eklenmesi, bu türün mevcut türlerle uyumlu olup olmadığının değerlendirilmesi ile olur. Ekosistemin bileşenleri, her bir yeni türün ekosisteme nasıl bir katkı sağlayacağını ve genel dengeyi nasıl etkileyeceğini dikkate alır. Bu süreçte, her yeni tür, belirli bir rolü yerine getirmesi ve ekosistemin sürdürülebilirliğine katkıda bulunması gerekliliğiyle değerlendirilir.

Mobil uygulamadaki onay ekranı, bu doğal süreçle benzer bir mantıkla çalışır. İstemci, her bir teklifin projeye nasıl katkıda bulunacağını ve projenin genel başarısını nasıl etkileyeceğini değerlendirir. Doğal ekosistemlerde olduğu gibi, her bir teklifin belirli bir rolü ve katkısı olmalıdır. Ayrıca, her teklifin süresi belirlenerek, projenin zaman

çizelgesine uygun bir şekilde ilerlemesi sağlanır. Bu, tıpkı doğal ekosistemlerde her türün belirli bir yaşam döngüsüne sahip olması ve bu döngünün ekosistemin genel işleyişi ile uyumlu olması gibidir.

Projede yer alan her bir teklifin ayrı ayrı onaylanması, ekosistemdeki yeni bir türün kabul edilmesine benzetilebilir. Her iki durumda da, katılımcıların uyum içinde çalışması ve belirli bir düzen içinde hareket etmesi gereklidir. Doğal ekosistemlerde türler arasındaki etkileşimler, ekosistemin genel sağlığını ve dengesini korur. Benzer şekilde, proje tekliflerinin onaylanması ve sürecin planlı bir şekilde yürütülmesi, projenin genel başarısını ve verimliliğini artırır.

Sürecin devamında ilgili tasarıma etki ve katkısı bulunan ekosistem üyelerinin süreci takip edebilmeleri için çeşitli ilerleme verilerinin bulunduğu bir takip modülü düşünülmüştür.



Şekil 72. Süreç Takip Ekranı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Tasarım eyleminin başlangıcından sonucuna kadar olan sürecin, bütüncül bir yaklaşımla tek bir platform üzerinden yönetilebilmesi, geleneksel tasarım süreçlerine göre daha verimli bir yapı oluşturmak amacıyla geliştirilen ekosistem ile sağlanması öngörülmektedir. Bu ekosistemin işleyişini destekleyecek olan mobil uygulama, sürecin takip edilmesine olanak sağlayacak özel bir ekran aracılığıyla tüm aşamaların izlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu ekranın, kullanıcılara proje sürecini detaylı bir şekilde izleme

ve yönetme imkanı sunarak, tasarımın her aşamasında, her tasarım aktörü için daha etkin ve koordineli bir çalışma ortamı yaratması beklenmektedir.

Söz konusu ekosistemde olduğu gibi mobil uygulama önerisi de geliştirilebilir bir yapıya sahiptir. Gelişen dijital teknolojilerin kullanımı ile daha verimli ve işlevsel hale getirilebilir. Ayrıca kullanıcıların sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojileri ve bu teknolojileri mümkün kılan cihazlar kullanması ile birlikte tasarım ekosistemine ve bağlı olan mobil uygulamaya yeni beceriler kazandırılabilir. Her dijital gelişme veya fikirde olduğu gibi bir sonraki türevin ya da versiyonun çıkışı ile bir önceki çalışmanın geçersiz kalabileceği unutulmamalıdır. Fakat ilksel çalışmaların sonraki versiyonlara örnek teşkil ettiği ve bu anlamda edinen bilgilerin birikerek ilerlediği ifade edilebilir.

BÖLÜM 6

SONUÇ, GEÇERLİLİK ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Belirli amaçlara yönelik olarak estetik ve işlevsel özellikleri bir araya getirerek yeni bir ürün, sistem, hizmet veya ortam yaratma süreci olan tasarım, yaratıcı düşünce temelinde problem çözme ve teknik bilgi birikimini içeren bir dizi adımı kapsamaktadır. Tasarım eyleminin temel amacı, insan ihtiyaçlarını karşılamak ve onların yaşam kalitesini artırmaktır. Tasarım sürecinde, kullanıcıların beklentileri, çevresel faktörler, malzeme ve üretim teknikleri gibi çeşitli unsurlar dikkate alınmaktadır. Tasarım, sanattan mühendisliğe, mimariden moda endüstrisine kadar birçok farklı alanda uygulanabilir ve her bir alanda kendine özgü metodoloji ve yaklaşımları bulunmaktadır. Özetle, tasarım; estetik, işlevsellik ve yenilik unsurlarını birleştirerek kullanıcı odaklı çözümler üretmeyi hedefleyen disiplinler arası bir süreç olarak tanımlanabilir.

Tasarım eylemi tarihsel süreç içerisinde farklı gelişim aşamalarından geçerek ve edinilen bilgilerin aktarılması sureti ile gelişmeye devam eden bir olgudur. Tasarım eylemi gerçekleştiği döneme, disipline, yöntemle, tekniğe ve ya yaklaşıma göre farklı isimler almaktadır. Tez çalışmasının temelini oluşturan biyomimetik tasarım da bu yaklaşımlardan biridir. Latince bios ve mimesis kökünden türeyen biyomimetik; Organizma, davranış ve ekosistem seviyelerinde doğa prensiplerini tasarıma aktaran sistematik bir yaklaşımdır. Tez çalışmasının birinci hipotezi biyomimetik tasarımın ekosistem seviyesinde fiziksel bir tasarımın oluşturulmasının günümüz teknolojisi ile mümkün görünmediği fakat fikir aşamasında kalan çalışmaların bulunabileceği yönündeydi. Birinci hipotez farklı tasarım disiplinlerinden biyomimetik prensipler kullanılarak oluşturulmuş çalışmaların analizi bu yaklaşımın prensipleri olan organizma, davranış, ekosistem ve bu prensiplerin alt seviyeleri olan biçim, malzeme, yapı, süreç, işlev prensipleri ile gerçekleştirilerek tez çalışmasının 3.4 ve 3.5 bölümlerinde kanıtlanmıştır. Analizler tez çalışmasının 3. Bölümünde biyomimetik tasarım seviyelerinin belirlenmesi işlemini basitleştirmek amacı ile kodlanan beta sürüm bir yazılım çalışması üzerinden gerçekleştirilmiş ve kaynak kodları ile çalışma içerisinde paylaşılmıştır.

Biyomimetik tasarımın organizma ve davranış seviyelerinde fiziksel örneklerinin

bulunması buna karşın ekosistem seviyesinde benzer bir yaklaşımın bulunmaması bu seviyede aktarımın dijital ortamda gerçekleşebileceği veya tasarım çatısı altında iç mimari tasarıma yönelik bir yöntem özelinde kullanılabileceği düşüncesi ile öncelikle ekosistem kavramı (Bkz. Bölüm 4) derinlemesine irdelenmiştir. Doğal ekosistemlerin barındırdığı prensiplerin iç mimari tasarım sürecine uyarlanarak kullanılması amacı ile bu aşamada ilgili tasarım disiplininin içerdiği adımlar Bölüm 5,2’de ve şekil 55’te başlangıçtan sonuca kadar ilerleyen bir algoritma şeklinde ifade edilmeye çalışılmıştır.

Doğrusal ilerleyen bir eylem gibi algılanan iç mimari tasarım sürecinin doğal ekosistemlerde olduğu gibi döngüsel süreçlere, geri beslemelere, bilgi aktarımına, farklı aktörlerin etki ve katkılarına sahip olan, karmaşık bir dizi eylemi ve farklı değişkenleri içeren bir süreç olduğu görülmüştür. Tasarım süreci ile doğal ekosistemlerin sahip olduğu prensipler biyomimetik tasarım seviyeleri özelinde değerlendirilerek dijital ortamda varlık göstermesi öngörülen bir sistem geliştirmeye çalışılmıştır. Öncelikle bu sürecin en etkin şekilde yönetilmesi için iç mimari tasarım ekosistemi altyapısı (Bkz: Bölüm 5.3) oluşturulmuş, kapsamı ve sınırları belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu ekosistem, farklı aktörlerin etkileşimlerini ve bilgi paylaşımını optimize etmek amacıyla, dijital araçların ve merkeziyetsiz platformların kullanılması öngörülerek bu doğrultuda yapılandırılmaya çalışılmıştır. Tasarım sürecinde yer alan iç mimarlar, mimarlar, tasarımcılar, mühendisler, malzeme tedarikçileri, uygulama profesyonelleri ve diğer paydaşlar, bu dijital ortamda etkin bir şekilde iletişim kurarak, bilgi ve deneyimlerini paylaşmak sureti ile tasarım sürecinin etkin bir şekilde yürütülmesini sağlayacaktır. Bu süreçte, biyomimetik tasarım seviyeleri, doğal ekosistemlerdeki döngüsel süreçlere benzer bir şekilde, sürekli geri besleme ve iyileştirme mekanizmalarının adaptif bir biçimde sürece dahil edilmesi için kullanılmıştır.

Dijital ortamda varlık göstermesi öngörülen bu sistem, tasarım sürecinin her aşamasında veri analizi tekniklerine ihtiyaç duymaktadır. İşlenen verilerin anlamlı bir bütün olarak ele alınması bu doğrultuda ilgili tasarım içerisindeki hataların giderilmesi sistemin verimlilik prensiplerinden biridir. Bu doğrultuda sistemin yapay zeka desteğinin bulunması günümüz teknolojisini göz önüne aldığımızda gerekli görülmüş, ekosistem altyapısında gerek duyulması muhtemel kısımlara YZ desteği şeklinde eklenmiştir. Burada sözü edilen YZ desteği tasarım adımları başlamadan önce kullanıcıların yaptığı veri girişlerinden yola çıkarak tasarımcı seçimine ve tasarım sürecinin diğer aşamalarında tasarım kararlarını yönlendirmek için kullanılabilir. Malzeme seçimi, üretim teknikleri ve

sürdürülebilirlik gibi kritik konularda da dijital platformda yer alan veritabanları ve simülasyon araçları sayesinde, en uygun çözümler belirlenebilir. Kısaca özetlemek gerekirse sisteme yapay zeka desteği eklenmesi durumunda dijital dünyada kullanıma açık bütün kaynaklara erişim sağlayabilir.

Bu yaklaşımla, tasarım süreci daha esnek, yenilikçi, şeffaf, sürdürülebilir ve geliştirilebilir hale getirilebilir. Söz konusu ekosistem, tasarımcıların yaratıcı potansiyellerini artırmalarına olanak tanırken, aynı zamanda süreç içindeki hataların erken tespit edilmesi ve düzeltilmesini sağlayacaktır. Böylece, iç mimari tasarım sürecinin doğrusal ve statik gibi düşünülen bir eylemden bir eylemden, dinamik ve adaptif bir sisteme evrilmesi mümkün olacaktır. Bu sistemin başarıya ulaşması, paydaşlar arasındaki etkin iletişim ve iş birliğine dayanmaktadır ve bu sayede daha bütüncül ve kullanıcı odaklı tasarım çözümleri üretilmesi hedeflenmektedir.

Tasarımcı müşteri görüşmesi ile başlayan tasarım süreci söz konusu ekosistem içerisinde de süreç başlangıcı olarak kabul edilebilir fakat öncesinde müşterinin talep ettiği tasarım ile ilgili bilgilerin girilmesi ile başlamaktadır. Bu anlamda süreç geleneksel şekilde gerçekleşen müşteri ve tasarımcı görüşmelerinin de yeniden ele alınmasını içermektedir. İstemcinin tasarım ile ilgili bilgileri girmesinin ardından sistem tasarım türü, niteliği, konumu gibi değişkenleri değerlendirerek sistem içerisindeki en uygun tasarımcıya yönlendirerek süreci başlatmaktadır. Bu yönü ile başlangıçta yaşanacak zaman kaybını ve belirsizlikleri önlemektedir.

Bu sistem, müşteri ile tasarımcı arasındaki iletişimi dijital ortamda optimize ederek, sürecin daha verimli ve hızlı ilerlemesini sağlamayı amaçlamaktadır. Müşterinin tasarım taleplerini ve gereksinimlerini ayrıntılı bir şekilde sisteme girmesiyle başlayan süreç, müşteri beklentilerinin net bir şekilde anlaşılmasına, alınan bilgilerin analiz edilmesi ve tasarımın türü, niteliği, konumu gibi değişkenleri değerlendirerek, en uygun yetkinliğe sahip tasarımcıyı belirlemesi ile devam etmektedir.. Bu yönlendirme, hem müşteri tarafındaki belirsizliğin giderilmesi ve güvenin artırılması hem de tasarım sürecinin hızlı ve sorunsuz bir şekilde başlamasını sağlayacaktır. Sistem müşteri ve tasarımcı arasındaki geleneksel görüşmelerin yeniden ele alınması ve çağımıza uygun şekilde uyarlanması tasarım sürecinin sistematik hale getirilmesini mümkün kılacaktır. Müşterinin talep ve beklentilerini dijital platform üzerinden net bir şekilde ifade etmesi, tasarımcıya süreç boyunca rehberlik edecektir. Ayrıca, bu süreçte kullanılan diğer dijital araçlar ve platformlar, tasarımcıların yaratıcı çözümler üretmelerine ve müşteri geri

bildirimlerini anında değerlendirmelerine, revize edilmelerine, gncellenmelerine de olanak tanıyacaktır.

En uygun tasarımcının sistem tarafından atanması ve her iki tarafın da yapılan bu eşleşmeyi kabul etmelerinin ardından sistem şekil 58’de belirtilen basamaklar ile devam etmektedir. Gerekli noktalarda tasarım eylemine dahil olacak değişkenler de belirtilen noktalarda süreç içerisine dahil olarak tasarım eylemi uygulama aşamasının başlangıcına değin merkeziyetsiz bir biçimde devam edecektir. Bu noktada süreç içerisinde bulunması muhtemel tüm hatalar, uygulama süreci ile ilgili belirsizliklerin giderilmiş olacağı varsayılmaktadır. İlgili projenin tarih etiketi ile kayıt altına alınması bir sonraki proje için referans niteliğinde olacak ve temel alınan doğal ekosistemleri oluşturan canlıların bilgiyi kalıtsal olarak sonraki nesillere aktarma prensibi de sağlanmış olacaktır. Bu şekilde biyomimetik tasarımın ekosistem seviyesindeki aktarımın son basamağı da sağlanmış kabul edilmektedir.

Sürecin her aşamasında sağlanan geri bildirim ve sürekli iyileştirme mekanizmaları sistemin bir diğer önemli özelliğidir. Doğal ekosistemlerin verimliliği varlık göstermeleri ve devamlılığı adına önemli bir başlık olarak değerlendirilebilir. Müşteri tasarımcı ve diğer değişkenler arasındaki iletişim, dijital platform üzerinden kesintisiz devam ederken, tasarım süreçleri de dinamik, esnek ve şeffaf bir şekilde eş zamanlı şekilde yönetilebilir. Böylece, başlangıçta yaşanabilecek zaman kayıpları ve belirsizlikler minimize edilir, tasarım süreci daha etkili ve verimli hale getirilir. Bu dijital ekosistem, tasarım süreçlerinin daha organize ve kullanıcı odaklı olmasını sağlayarak, tasarımcıların, müşterilerin ve diğer tasarım aktörlerinin beklentilerini karşılayacak sonuçlar üretilmesi amaçlanmaktadır. Doğal ekosistemlerde olduğu gibi bu sistemin varlığını sürdürebilmesi bu dijital ekosistemin parçalarının uyumlu bir şekilde çalışması ile mümkün olacağı bilinmelidir.

İç mimari tasarım ekosisteminin akış basamakları ve ekosistemi oluşturan parçaların hangi sıra ile veya hangi aşamada tasarım eylemine dhil olacakları bölüm 5.2’de ve şekil 58’de açıklanmıştır. Söz konusu ekosistemin daha önce de belirtildiği üzere dijital ortamda varlık göstermesi öngörülmektedir. Bu noktada endüstri 4.0 prensipleri doğrultusunda sistemin merkeziyetsiz bir anlayışta olduğu söylenebilir. Günümüzün dijitalleşen dünyasında tasarım araçlarının da dijitalleşme eğiliminde olduğu bilinmektedir. Tasarım araçlarının dijitalleşmesi tasarım eyleminin geleneksel anlayışından yalnızca görselleştirme veya ifade biçimleri konusunda ayrılmaktadır. Bir

süreç olarak bakıldığında tasarım başlangıcından sonucuna kadar olan aşamaların tamamının merkeziyetsiz bir biçimde ve kullanıcı odaklı olarak gerçekleşeceği bir platformun bulunmadığı görülmüştür. Tez çalışmasının ortaya attığı ikinci hipotez olan tasarım sürecini yeniden tanımlayacak dijital merkeziyetsiz bir sistemin bulunmadığı savı yapılan literatür taraması sonucunda kanıtlanmış sayılabilir.

Sistemin belirli yönelerini analiz etmek amacı ile swot analizi yapılarak güçlü ve zayıf yönler, olası fırsatlar ve tehditler sistem özelinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme şekil 60'da infografik şeklinde ifade edilmiştir. Swot analizinde güçlü yönler ve fırsatlar değerlendirildiğinde sistemin mevcut hali yeterli görülürken zayıf yönler değerlendirildiğinde ileriye dönük iyileştirmelerin yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Tehditler konusunda ise geleneksel süreçten merkeziyetsiz sürece geçişin ilk etapta yeterince kabul görmeyeceği öngörülerek sistemin tanınırlığı için zaman gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak günümüzün dijital dönüşümü devam eden dünyasında yaşanan gelişmeler doğrultusunda tasarım disiplinlerinde kullanılan araçlar da dijitalleşme eğilimindedir. Fakat tasarım alanında kullanılan araçların dijitalleşmesi görselleştirme ve ifade teknikleri ile sınırlı kalmaktadır. Tasarım eyleminin bütüncül olarak çağın gerekliliği olarak görülen dijital dönüşüme uğradığı söylenemez. Bu noktada oluşturulmaya çalışılan altyapı ve çalışması öngörülen yazılım desteği ile birlikte tasarım eylemine etkisi bulunan bütün değişkenlerin ortak bir paydada buluşturulması ve sözü edilen mobil uygulama üzerinden merkeziyetsiz bir şekilde tasarım sürecinin yürütülmesi tasarım eylemini yukarıda vurgulanan çağın gerekliliklerine uygun hale getireceği düşüncesi ile çalışma sonlandırılmıştır.

6.2. Geçerlilik

Günümüzün tasarım yaklaşımları, teknolojik ilerlemeler ve disiplinler arası entegrasyon sayesinde önemli bir dönüşüm geçirmektedir. Özellikle dijitalleşme, tasarım süreçlerini radikal bir şekilde değiştirmiş ve yeni yöntemlerin ortaya çıkmasına olanak tanımıştır. Kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımları (user-centered design), kullanıcı ihtiyaçları ve deneyimlerini merkeze alarak tasarım süreçlerinin verimli bir biçimde yürütülmesine katkı sağlamaktadır. Bu yaklaşım, kullanıcıların ürün veya hizmetlerle nasıl etkileşime girdiğini anlamak için çeşitli veri toplama ve işleme teknikleri kullanmaktadır. Aynı zamanda, dijital ve parametre tabanlı tasarım yöntemleri, bilgisayar

destekli tasarım araçları ve yapay zeka gibi teknolojilerin kullanımı ile tasarım süreçlerinde yenilikçi ve verimli çözümler sunulmaktadır. Bu ve benzeri inovatif yaklaşım ve gelişmeler, tasarım disiplini daha esnek, interaktif ve kullanıcı odaklı hale getirirken, tasarımcıların yaratıcı süreçlerini de olumlu yönde etkilemektedir.

Her alanda olduğu gibi tasarım disiplinlerinde de her geçen gün yenilikçi olarak adlandırabileceğimiz bir yaklaşım ortaya çıkmakta, dijital sistemler ile desteklenmekte ve kullanıma açılması ile birlikte gelişme eğilimi göstermektedir. Bu durum küresel ölçekte farklı lokasyonlarda benzer uygulamaların ortaya çıkması olasılığını da artırmaktadır. Bu noktada tez çalışmasında oluşturulan iç mimari tasarım ekosistemi altyapısının da akademik ya da ticari çalışmalar özelinde benzerlerinin bulunması olası bir durum haline gelmektedir. Benzerlerinin günümüzde var olmadığı yapılan literatür taraması ile saptanmış olsa da söz konusu gelişmeler dikkate alındığında literatür taramasının sonlandırıldığı tarihten bu güne kadar geçen sürede benzer bir çalışmanın ortaya çıkma olasılığı da göz ardı edilemez.

İç mimari tasarım ekosisteminin benzerlerinin ya da üstünlerinin bulunması geçerlilik anlamında tutarsızlıklara yol açabilir fakat 31 Mart 2024 tarihine kadar yapılan literatür taramalarında sınırları belirlenmiş bir benzerine rastlanmamıştır. Dayanak olarak faydalanılan akademik çalışmalarda fikir altyapılarının bulunması tez çalışmasını desteklemekle birlikte söz konusu fikirler derlenmek ve geliştirilmek sureti ile oluşturulmuştur. Bu çalışmada sözü edilen iç mimari tasarım ekosistemi altyapısının da aynı şekilde geliştirilebilir yapıda olduğu söylenebilir.

Dijital dönüşümün ve gelişmelerin sürati göz önüne alındığında oluşturulan sistem tam olarak tamamlanmış sayılamaz. Dijital dünyada ve tasarım alanında ortaya çıkan her yeni gelişme ile sisteme yeni özellikler kazandırmak mümkündür. Bu nedenle sistemin geliştirilmeye açık ve uygun olduğu bilinmelidir. Yapılacak olan eklenti veya geliştirmeler sonucunda tez çalışmasında ortaya atılan sistem mevcut hali ile etkinliğini kaybedebilir ya da geçersiz kalabilir.

6.3. Öneriler

Tez çalışmasında öncelikle iç mimari tasarım alanına yönelik olarak düşünülen tasarım ekosistemi altyapısının diğer tasarım disiplinlerine de entegre edilebilecek esneklikte ve geliştirilmeye açık bir yapıdadır. Tasarım eyleminin yeni endüstri standartlarına göre optimize edilerek dijital dünyaya taşınması ve bütün sürecin

merkeziyetsiz hale getirilmesi konusunda bir altyapı örneği sunulmuştur. Sunulan verinin bir altyapı önerisi olduğu dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak, bu tez, tasarım süreçlerinde yenilikçi yaklaşımların ve teknolojik entegrasyonların önemini vurgulamakta ve tasarımcıların yaratıcı potansiyellerini maksimize etmeleri için yeni yollar önermektedir.

Biyomimetik ve ekosistem tasarımı ilkelerinin dijital araçlar ve platformlarla desteklenmesi, geleceğin tasarım süreçlerine yönelik önemli bir perspektif sunacağı düşünülmektedir. Yapı itibari ile mobil uygulama tabanına uygulanması ve yazılım desteği alınması koşulu ile geniş kitlelere ulaşacağı ve tasarım eylemini yeniden tanımlayacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda ileriki çalışmalarda sistemin yeni teknolojik gelişmelerle desteklenerek geliştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Albuhairi, D., & Di Sarno, L. (2022). Low-carbon self-healing concrete: State-of-the-art, challenges and opportunities. *Buildings*, 12(8), 1196.
- Adams, A. T. (2016). *Drawing for Understanding: Creating Interpretive Drawings of Historic Buildings*. Historic England.
- Akman, Y., Ketenoglu, O., Kurt, L. & Yiğit, N. (2012). *Ekolojik Sentez*. Palme Yayıncılık.
- Aktan, C. C. (1999). 2000'li Yıllarda Yeni Yönetim Teknikleri 2 (Stratejik Yönetim), Türkiye Genç İşadamları Derneği, Simge Ofis Matbaacılık. İstanbul.
- Anoop, A. S., & Kanakasabapathy, P. (2017, December). Review on swarm robotics platforms. In *2017 International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy)* (pp. 1-6). IEEE.
- Archer, L.B. (1965). *Systematic Method For Designers*, London: The Design Council.
- Artut, K. (2004). *Sanat Eğitimi Kuramları ve Yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Atılğan, D. (2006). *Gelişen Tasarım Araç ve Teknolojilerinin Mimari Tasarım Ürünleri Üzerindeki Etkileri*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Arabacıoğlu, B.C. (2008). 'Etkileşimli Mekân' Tasarımı KMİM 3, 43-51.
- Arabacıoğlu, B.C. ve Aytıs, S. (2016). Bilgi-İletişim Teknolojileri Destekli Etkileşimli Mekân Tasarımı Süreci, *Megaron 2016 Cilt Vol. 11 - Sayı No. 2*, İstanbul.
- Arslan Muhacir, E. S. (2014). *Ekosistem Servisleri Kapsamında Kırsal Turizm Alternatiflerinin Değerlendirilmesi: Ankara-Haymana İlçesi Örneği*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Atalayer, F. (1994). Temel Tasarım Öğeleri. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

Avcı, S. (2014). Bilimsel Renk Bilgisinin Resim Sanatındaki Yansımaları. YEDİ: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi, Kış (11), 53-67.Çevrim-içi: <http://dergipark.gov.tr/yedi/issue/21844/234854>], Erişim tarihi: 18.11.2022.

Becer, E., (2008). İletişim ve Grafik Tasarım. (6. Basım). Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.

Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open*, 2, 8-14.

Bayindir, L., & Şahin, E. (2007). A review of studies in swarm robotics. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 15(2), 115-147.

Bayazıt, N. (2008). Tasarımı Anlamak. İstanbul: İdeal Kültür ve Yayıncılık.

Benyus, J. M. (1997). Biomimicry: Innovation inspired by nature. New York: William Morrow & Co.

Benyus, J. M. (2008). A good place to settle: Biomimicry, biophilia, and the return of nature's inspiration to architecture. *Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life*, 38-40.

Benyus, J. M. (2011). A biomimicry primer. *The Biomimicry Institute and the Biomimicry Guild*.

Benyus, M.J. (2013). *Biomimicry Resource Handbook; A Biomimicry Primer*. Biomimicry 3.8 Institute. Montana USA.

Benyus, J. M. (2015). The generous city. *Architectural Design*, 85(4), 120-121.

- Benyus, J.M., Dwyer, J., El-Sayed, S., Hayes, S., Baumeister, D., & Penick, C. A. (2022). Ecological performance standards for regenerative urban design. *Sustainability Science*, 17(6), 2631-2641.
- Benyus, J. M. (2022). Biyomimikri ilhamını doğadan alan inovasyon (M. Kerem, Çev.). İstanbul: Usturlab Yayınları
- Beni, G. (1989). The concept of cellular robotic system. *Robotics and Autonomous Systems*, 6(1-2), 89-109.
- Bevlin, Marjorie Eliot, (1970). *Design Through Discovery*. Holt-Rinehart and Winston inc. USA.
- Bogdan, R. and Biklen, S. K. (1997). *Qualitative research for education*. Allyn & Bacon Boston, MA
- Buchanan, R. (2001). Design Research and the New Learning. *Design Issues*, 17, 3–23.
- Bulduklu, Y. (2019). ELEŞTİREL ÇALIŞMALARDA NİTEL ARAŞTIRMA YÖNTEMİ OLARAK GÖMÜLÜ TEORİ. *Kritik İletişim Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 1-14.
- Cebecioğlu, C. (2006). *SWOT analizi ve bir işletme üzerinde uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Certo, S. (1994). *Strategical Management*, John Wiley and Sons, N.Y.
- Cevizci, A. (1996). *Felsefe Terimleri Sözlüğü*. Ekin Yayınları, Ankara.
- Coffey, A. and Atkinson, P. (1996). *Making sense of qualitative data: Complementary research strategies*. Sage Publications, Inc.

- Cohen, I. B. (1969). Hypotheses in Newton's philosophy. In *Boston Studies in the Philosophy of Science: Proceedings of the Boston Colloquium for the Philosophy of Science 1966/1968* (pp. 304-326). Dordrecht: Springer
- Connelly, L. M. (2016). Trustworthiness in qualitative research. *Medsurg Nursing*, 25(6), 435-437.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Cross, N. (2001). Designerly ways of knowing: Design discipline versus design science. *Design issues*, 17(3), 49-55.
- Çağlayan, E. (2018). Temel sanat eğitiminde renk olgusu. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 22-34.
- Çellek, T. (2002). Yaratıcılık ve Eğitim Sistemimizdeki Boyutu. *Üniversite ve Toplum: Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 1.
- Çepel, N. (1992). *Doğa-Çevre-Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları*. Altın Kitaplar Yayınevi.
- Çepel, N. (1995). *Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü Türkçe-Almanca İngilizce*. Tema Vakfı Yayınları.
- Çepel, N. (2006). *Ekoloji, Doğal Yaşam Dünyaları ve İnsan*. Palme Yayıncılık.
- Çınar, K., Çınar, S. (2018). Temel Tasarım, KTO Karatay Üniversitesi Yayınları, Konya.
- De Rooij, M., Van Tittelboom, K., De Belie, N., & Schlangen, E. (Eds.). (2013). *Self-healing phenomena in cement-Based materials: state-of-the-art report of RILEM technical committee 221-SHC: self-Healing phenomena in cement-Based materials* (Vol. 11). Springer Science & Business Media.

- Demirbaş, Ö. O. (2017). *The Fundamentals of Interior Design*.
- Denzin, N. K. and Lincoln, Y. S. (2008a). *Introduction: The discipline and practice of qualitative research*.
- Denzin, N. K., and Lincoln, Y. S. (2008b). *The landscape of qualitative research*. Sage.
- Dodsworth, S., & Anderson, S. (2015). *The fundamentals of interior design*. Bloomsbury Publishing.
- Doğan, N. (2005). *Yaratıcı Düşünme ve Yaratıcılık*, Özcan Demirel (Ed.), *Eğitimde Yeni Yönelimler içinde*. Ankara: Pegem A Yayıncılık, ss. 167-192.
- Dorigo, M., Trianni, V., Şahin, E., Groß, R., Labella, T. H., Baldassarre, G., ... & Gambardella, L. M. (2004). Evolving self-organizing behaviors for a swarm-bot. *Autonomous Robots*, 17(2), 223-245.
- Dönmez, A. (1992). Bilişsel sosyal şemalar. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi, 14, 131-146.
- Divanoğlu, H. Demir, (1997). *Tasar'ın Öge ve İlkeleri*. Birsan Yayınevi, İstanbul
- Duerk, D. P. (1993). *Architectural programming: Information management for design*. Van Nostrand Reinhold Company.
- Dündar, S.K. (2020), *Teknoloji doğal yaşantının bir uzantısıdır*.
<https://haberkudar.com/dr-ogr-uyesi-sadi-kerim-dundar-teknoloji-dogal-yasantinin-bir-uzantisidir> (Erişim Tarihi: 03.12.2023)
- Edirne, J. (2004). Tasarımın temel prensipleri ve iç mimari tasarımda uygulama örnekleri. *İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Programı Yüksek Lisans Tezi*.

- Eilouti, B. (2020). From concept to space: A tool for mapping concepts into products in interior design. *The International Journal of Design Education*, 14(3), 49.
- Eskicioğlu, S., & Öztürk, Ö. B. (2020). TASARLAMA EYLEMİNİN İÇ MEKAN TASARIMI ÖZELİNDE ALGORİTMALAR İLE İLİŞKİSİ ve YAPAY ZEKALI İÇ MEKAN TASARLAYICILARININ VAR EDİLME SÜRECİ. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 10(4), 546-554.
- Evrendilek, F. (2004). *Ekolojik Sistemlerin Analizi, Yönetimi ve Modellenmesi*. Papatya Yayıncılık.
- Eysenbach, G., and Köhler, C. (2002). *How do consumers search for and appraise health information on the world wide web?* Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *Bmj*, 324(7337), 573-577.
- Ergül, A. (2023). Analogik akıl yürütmenin biyomimikri ile desteklenmesi: Doğa ile öğrenen çocuklar. *TEBD*, 21(2), 879-904. <https://doi.org/10.37217/tebd.1161851>
- Ertürk, Z. (1981). *Mimari Tasarlama; Süreçler, Görsel Modeller ve Teknikler Açısından Bir İnceleme*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon.
- Fisch, M. (2017). The Nature of Biomimicry: Toward a Novel Technological Culture. *Science, Technology, & Human Values*, 1-27.
- Friedow, B. (2012). An evidence based design guide for interior designers. İç Mekân Tasarımı Programı Tezi. University of Nebraska.
- Giaccardi, E., Fischer, G. (2008), "Creativity and Evolution: a Metadesign Perspective", *Digital Creativity*, 19(1), 2008: 19-32.
- Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The qualitative report*, 8(4), 597-606.
- Gökaydın, N. (2002). Çağdaş Eğitime Bakış. *Mili Eğitim Dergisi*, Kış-Bahar. S. 153-154

Gökaydın, N. (1990). Temel Sanat Eğitimi Eğitimde Tasarım ve Görsel Algı. Ankara: Sedir Yayınevi.

Göncüoğlu, B. (2022). Suudi Arabistan’da Geleceğin Şehri: The Line. Arkitera.
<https://www.arkitera.com/haber/suudi-arabistanda-gelecegin-sehri-the-line/>

Guba, E. G. and Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative research*, 2(105), 163-194.

Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: Mac Graw-Hill Book Co.

Gürer, L. (1990). Temel Tasarım, İstanbul: İTÜ Mimarlık Fak.

Görür, G. (2007). *Genel Ekoloji*. Nobel Yayıncılık.

Hamdioğlu, C. (2002). SWOT Analizi ve Türkiye Tekstil Sektörü Üzerine Uygulaması, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Hançerlioğlu, O. (1979). *Felsefe Ansiklopedisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi

Hatch, J. A. (2002). *Doing qualitative research in education settings*. Suny Press.

Hatırnaz, A. A. (2010). *Tasarım Eğitiminde Yaratıcılığı Geliştirmeye Yönelik Yöntem Önerisi: Tasarım Döngüsü*. Sanatta Yeterlik Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.

Henningfield, J. C. (2023). *Optimizing the Performance of Savonius Helical Bach Vertical Axis Wind Turbines in a Simulated Urban Environment* (Doctoral dissertation, The University of West Florida).

Heskett, J. (2013). Tasarım, Ankara: Dost Yayınları.

Hutchinson G.E. (1948). Circular causal systems in ecology. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*

- Huxley T.H. (1899). *Man's Place in Nature* New York: Appleton
- Itten, J. (1970). *The Elements of Color*. F. Birren (Ed.). New York: Van Nostrand Reinhold.
- İnceoğlu, N. (1982). *Mimarlıkta Bina Planlama Olgusu*. Profesörlük Tezi, İTÜ, İstanbul.
- İnceoğlu, N., İnceoğlu, M. (2004). *Mimarlıkta Söylem, Kuram ve Uygulama*. İstanbul: Tasarım Yayın Grubu.
- İnner, S. (2019). Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Tasarım Enformatiği Dergisi*, 1(1), 15-29.
- Jahan, N., Niloy, T. B. M., Silvi, J. F., Hasan, M., Nashia, I. J., & Khan, R. (2024). Development of an IoT-based firefighting drone for enhanced safety and efficiency in fire suppression. *Measurement and Control*, 00202940241238674.
- Jasper, A. (2014). Colour theory. *Architectural Theory Review*, 19(2), 119-123.
- Jones, J.C. (1980). *Design Methods: Seeds of Human Futures*, New York: Wiley.
- Kale, N. (1994). Eğitim ve Yaratıcılık. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, Sayı: 37.
- Kamlık E. (1950). *Renklerin Armoni Sistemleri*. İstanbul: Cumhuriyet Matbaası.
- Kancıoğlu, M. (2006). İmaj, Kimlik ve Anlam Oluşturma Biçimlerinin Turizm Binaları Üzerinde İncelenmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 11(1).
- Karabetça, A.R. (2015). *Doğadan Esinlenmiş Tasarımlar: Tasarım Stratejisi Olarak Biyomimikri*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi 4. Ulusal İç Mimarlık Sempozyumu, 101-113. İstanbul, Türkiye.
- Ketenci, H.F. ve Bilgili, C. (2006). *Görsel İletişim ve Grafik Tasarım*, Kırklareli: Beta Basım.

- Ketizmen, G. (2002). Mimari Tasarım Stüdyosunun Biçimlenmesinde Yöntemsel ve Mekansal Etkilerin İncelenmesi: Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü Mimari Tasarım Stüdyosu Örneği. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Mimarlık Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kim, J., & Wrigley, C. (2016). A pragmatic approach to design thinking. *Design Management Journal*, 10(2), 70-81.
- Kitzinger, J. (1995). Qualitative research: Introducing focus groups. *Bmj*, 311(7000), 299-302.
- Klenke, K. (2016). *Qualitative research in the study of leadership*. Emerald Group Publishing Limited.
- Kocabaş, F., Elden, M. ve Çelebi, S. İ. (1999). Marketing PR, Media Cat Yayınları, 2. Baskı, Ankara.
- Koçkan, P. (2012). *Tasarım Araştırmaları Bağlamında Tasarımcı Düşünme ve Tasarım Süreci*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Koenig H.E, Tummala R.L. (1972). Principles of ecosystem design and management. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*
- Köse Doğan, R. (2016). Resim ve mekân arasındaki ilişki: ilham veren projeler. *Online Journal of Art and Design*, 4 (2), 48, 65. Kuş, E. (2007). *Nicel-nitel araştırma teknikleri: Sosyal bilimlerde araştırma teknikleri: Nicel mi? Nitel mi?*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Laseau, P. (1937). *Graphic Thinking for Architects and Designers*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Lawson, B. (2005). *How Designers Think, the Design Process Demystified*. Oxford: Elsevier Architectural Process.

- Lupton, E. (2015). *The pragmatic designer: A toolkit for taking charge of your own practice*. Princeton Architectural Press.
- Lynton, N. (1984). Books: The Bauhaus Story: Bauhaus. *Art Monthly (Archive: 1976-2005)*, (77), 29.
- Makatouni, A. (2002). What motivates consumers to buy organic food in the UK? Results from a qualitative study. *British Food Journal*, 104(3/4/5), 345-352.
- Mallat, N. (2007). Exploring consumer adoption of mobile payments—A qualitative study. *The Journal of Strategic Information Systems*, 16(4), 413-432.
- Malterud, K. (2001). Qualitative research: Standards, challenges, and guidelines. *The Lancet*, 358(9280), 483-488.
- Marshall, C. and Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research*. Sage publications.
- Maxwell, J. A. (2008). Designing a qualitative study. *The SAGE handbook of applied social research methods*, 2, 214-253.
- Maxwell, J. (2022). Parametric Modeling of Biomimetic Sharkskin for Wire EDM for Drag Reduction and Hydrophobicity.
- Mazzoleni, I. (2013). *Architecture follows nature-biomimetic principles for innovative design* (Vol. 2). Crc Press.
- Merriam, S. B., and Grenier, R. S. (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education."* San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.

- McKay, E. (2013). *UI is Communication: How To Design Intuitive, User Centered Interfaces By Focusing On Effective Communication*. Amsterdam: Elsevier
- Miles, M. B. and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. New York: Sage Publications, Inc.
- Miyazaki, M., Hirai, Y., Moriya, H., Shimomura, M., Miyauchi, A., & Liu, H. (2018). Biomimetic riblets inspired by sharkskin denticles: digitizing, modeling and flow simulation. *Journal of Bionic Engineering*, 15, 999-1011.
- Morgan, G. and Smircich, L. (1980). The case for qualitative research. *Academy of management review*, 5(4), 491-500.
- Morse, J. M. (2016). *Mixed method design: Principles and procedures*. New York: Routledge.
- Morgan, D. L. (1996). *Focus groups as qualitative research* (C. 16). New York: Sage Publications
- Muller, F. (2000). *Handbook of ecosystem theories and management*. CRC Press.
- Na, J.H., Evans, M., Zitkus, E. and Walters, A., (2018). Design in Action: Understanding the Drivers and Barriers to Strategic Use of Design for Innovation. In Academic Design Management Conf.: Next Wave (pp. 127-140).
- Naylor, G. (1977). *Bauhaus*. Studio Vista, USA.
- Naylor, G. (1985). *The Bauhaus Reassessed*. E.P. Dutton Press, USA
- Neuman, W. L., and Robson, K. (2014). *Basics of social research*. Pearson Canada Toronto.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. CRC Press.

- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic Books.
- Newton, I. (1952). *Opticks, or, a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light*. Courier Corporation.
- Newton, I. (1730). *Opticks: Or, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light* (No. 7). William Innys at the West-End of St. Paul's.
- Oeffner, J., & Lauder, G. V. (2012). The hydrodynamic function of shark skin and two biomimetic applications. *Journal of Experimental Biology*, 215(5), 785-795.
- Odum HT. (1962). Man and the ecosystem. *Proceedings of the Lockwood Conference on the Suburban Forest and Ecology* PE Waggoner, JD Ovington 57–75 New Haven, CT: United Print. Serv. Inc.
- Odum HT. (1951). The stability of the world strontium cycle. *Science* 114:407–11
- Odum E. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science* 164:3877262–70
- Odum, E. P. (1963). *Ecology*. Holt, Rinehart and Winston, ABD.
- Odum, E. P. (1969). *The strategy of ecosystem devolopment*. *Journal of Science New Series*, 164, 262-270.
- Odum, E. P. & Barrett, G. W. (2008). *Ekolojinin Temel İlkeleri*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Omidvarnia, F., & Sarhadi, A. (2024). Nature-Inspired Designs in Wind Energy: A Review. *Biomimetics*, 9(2), 90.
- Önal, G. K. (2011). Yaratıcılık ve Kültürel Bağlamda Mimari Tasarım Süreci, Uludağ Üniversitesi, *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 1, ss.155-162.

- Öncü, T. (2003). Torrance Yaratıcı Düşünme Testleri-Şekil Testi Aracılığıyla 12-14 yaşları arasındaki Çocukların Yaratıcılık Düzeylerinin Yaş ve Cinsiyete Göre Karşılaştırılması, *Ankara Üniversitesi Dil, Tarih ve Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 43, 1, 2003: 221-237.
- Özbek, D. A., & Ertürk, D. Z. (2017). Mekânı anlama üzerine süreç odaklı bir yaklaşım. *Tasarım+ Kuram Journal*, 13(24), 79.
- Özcan, S. (2009). *Yaratıcı Düşünme Etkinliklerinin Öğrencilerin Yaratıcı Düşüncelerine ve Proje Geliştirmelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özen, G. (2016). Doğa referanslı tasarım: Biyomimikri. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Öztoprak, Z. (2020). Yaşamın ilkeleri ile kenti yeniden düşünmek: Biyomimikri temelli bir yaklaşım. *İdealkent*, 11(Kentleşme ve Ekonomi Özel Sayısı), 1180-1204.
- Paul, C. (2015). *Digital Art*. London: Thames & Hudson.
- Paul, C. (2016). *A Companion to Digital Art*. John Wiley & Sons Inc.
- Patten B, Odum E. (1981). The cybernetic nature of ecosystems. *Am. Nat.* 118:6886–95
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Per, M. (2012). Renk teorilerine tarihsel bir bakış. *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*.
- Pohl, G., Nachtigall, W., (2015). Biomimetics for Architecture&Design/Nature–Analogies–Technology, Springer Pub., Springer International Publishing Switzerland, ISBN 978-3-319-19120-1, pp. 29-31

- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2959–2971. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*. RIBA Publishing.
- Pearce, P. (1978). *Structure in Nature is Strategy for Design*. The MIT Press.
- Pasquinelli, M. (2019, June). Three Thousand Years of Algorithmic Rituals: The Emergence of AI from the Computation of Space. *E-flux Journal*(101).
- Preiser, W. F. (2015). 18. Design Innovation and the Challenge of Change. *Design Intervention (Routledge Revivals): Toward a More Humane Architecture*, 335.
- Ranganathan, J., Munasinghe, M. & Irwin, F. (2008). *Policies for Sustainable Governance of Global Ecosystem Services*. World Resources Institute Press.
- Rawlinson, G. J. (1995). *Yaratıcı Düşünme ve Beyin Fırtınası*. İstanbul: Rota Yayınları.
- Reinders, A., Verlinden, P., Van Sark, W., & Freundlich, A. (2017). *Photovoltaic solar energy: from fundamentals to applications*. John Wiley & Sons
- Pope, C., Ziebland, S. and Mays, N. (2006). Analysing qualitative data. *Qualitative Research in Health Care*, 63-81.
- Ruhe, G., & Saliu, M. O. (2005). The science and practice of software release planning. *IEEE Software*, 2005, 1-10.
- Sandelowski, M. (1986). The problem of rigor in qualitative research. *Advances in Nursing Science*, 8(3), 27–37.
- San, İ. İ. (2008). *Sanat ve Eğitim, Yaratıcılık Temel Sanat Kuramları, Sanat Eleştirisi Yaklaşımları*. Ankara: Ütopya Yayınevi.

- Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5–18.
- Sanne, F., Risheim, I. & Impelluso, T. (2019). Inspiring engineering in the K -12: Biomimicry as a bridge between math and biology. ASME 2019 International Mechanical Engineering & Exposition'da sunulmuş bildiri, Bergen, Norway, 8 - 14 November. https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopenxmlui/bitstream/handle/11250/2609711/Sanne_Risheim.pdf?sequence=1 sayfasından erişilmiştir.
- Sanoff, H. (2016). Integrating Programming, Evaluation and Participation in Design (Routledge Revivals): A Theory Z Approach. Routledge.
- Savran-Gencer, A., Doğan, H. & Bilen, K. (2020). Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105.
<https://doi.org/10.19128/turje.643785>
- Scott, R. G. (1951). Design fundamentals. Wiley.
- Seale, C. (1999). Quality in qualitative research. *Qualitative Inquiry*, 5(4), 465-478.
- Seifan, M., Samani, A. K., & Berenjian, A. (2016). Bioconcrete: next generation of self-healing concrete. *Applied microbiology and biotechnology*, 100, 2591-2602.
- Seylan, A. (2019). *Temel Tasarım*. 2. Baskı, YEM Yayın, İstanbul.
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for information*, 22(2), 63-75.
- Sıramkaya, S. B. (2015). Mekân konfigürasyonunun sosyal etkileşime olan etkisinin fakülte binalarında sentaktik analizi (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Silverman, D. (2016). *Qualitative research*. Sage

- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial*. MIT press.
- Sözen, M., & Tanyeli, U. (1986). Sanat kavramları ve terimleri sözlüğü. Büyük Fikir Kitapları Dizisi, 71.
- Sternberg, R. (2006). The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal*, 18, 87-98.
- Şahin, E. (2004, July). Swarm robotics: From sources of inspiration to domains of application. In *International workshop on swarm robotics* (pp. 10-20). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Tansley, A. G. (1925). *Elements of plant biology*. George Allen & Unwin Limited.
- Tanyeli, U., & Sözen, S. (1992). Sanat Kavramları ve Terimleri Sözlüğü. Remzi Kitapevi, İstanbul.
- Tenekecioğlu, B., Tokol, T. (2004). Pazarlama Yönetimi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 1478, 2. Baskı, Eskişehir.
- Torrance, E. P. (1974). *Norms technical manual: Torrance Tests of Creative Thinking*. Lexington: Ginn and Co.
- Tunalı, İ. (2002). Sanat ontolojisi. *İstanbul: İnkılap Kitabevi Yay.*
- Turan, N.K., Altaş, N. E. (2003). Tasarım Süreci: Kavram. *İTÜ Dergisi / Mimarlık, Planlama, Tasarım*, Cilt 2, sayı 1. 15-26.
- Turani, A. (2006). Sanat Terimleri Sözlüğü (11. Baskı). İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Turuthan, T. (1987). *Tasarlama Faaliyeti ve Tasarımcı Nitelikleri Üzerine Bir İnceleme*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uğurlu, F. Y. (1973). *Cost and design*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.

- Uğurlu, F. Y. (2004). Malzeme-İnsan-Mekan: Yeni Yapı Malzemeleri Tasarımında Karar Vermeyi Etkileyen Faktörler. *Cankaya University Journal of Arts and Sciences*, 1(1).
- Uluoğlu, B. (1988). Tasarım Stüdyosuna Bir Bakış. *Planlama* 88/2, s. 21-25.
- Uluoğlu, B. (1989). Tasarlama Bilişsel Süreçler, *Bina Bilgisi 4 Ders Notları*, Bölüm 4, 39-48, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Uluoğlu, B. (1990). *Mimari Tasarım Eğitimi Tasarım Bilgisi Bağlamında Stüdyo Eleştirileri*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Uluoğlu, B. (1995). Mimari Tasarım Bilgisi: Mimarlık Mesleğinin Epistemolojik Temelleri Üzerine. *Mimarlık ve Eğitimi Forum 1: Nasıl Bir Gelecek?* (s.172-179). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Uluoğlu, B. (2003). Tasarlama Araştırmaları - Biliş Çalışmaları İlişkileri Üzerine Bir İrdeleme. *TOL*, s. 59-70.
- Uluoğlu, B. (2005). Mimaride Öz Meselesi ve Geometrik İndirgemeci Düşünce. *Yenimimar* 14.
- Uraz, T. U. (1993). *Tasarlama Düşünme Biçimlendirme*. İTÜ: Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Uzun, G. (1998). Temel Tasarım. Çukurova Üniversitesi Yayınları, Adana.
- Vincent, J. F., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., & Pahl, A. K. (2006). Biomimetics: its practice and theory. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471-482.
- Vural, S. (1986). Müzik ve Müzisyenler Ansiklopedisi. Remzi Kitabevi, İstanbul.

- Wang, W., Zhong, T., Wang, X., & He, Z. (2019, February). Research status of self-healing concrete. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 218, p. 012037). IOP Publishing.
- Wani, S., Ghuge, S., Kadam, S., & Gulve, S. (2022). Self-healing concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology*.
- Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Journal of Biological Conservation*, 137, 235-246.
doi:10.1016/J.BIOCON.2007.07.015.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. New York: Harcourt, Brace & World.
- Westland, S. ve diğerleri. (2007). Colour Harmony. *Journal of the International Colour Association*, 1 (1), 1-15.
- Whicher, A., 2017. Design ecosystems and innovation policy in Europe. *Strategic Design Research Journal*, 10(2), pp.117-125.
- Whicher, A. and Walters, A., 2017. Mapping design for innovation policy in Wales and Scotland. *The Design Journal*, 20(1), pp.109-129.
- Yalçın, H. (2022). Bir araştırma deseni olarak fenomenoloji. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 213-232.
- Yıldırım, B., & Demirarslan, D. (2020). İç Mimarlıkta Yapay Zekâ Uygulamalarının Tasarım Sürecine Faydalarının Değerlendirilmesi. *Humanities Sciences*, 15(2), 62-80.
- Yowell, J. (2011). Biomimetic Building Skin: A Phenomenological Approach Using Tree Bark As Model. (Unpublished Master Thesis), University Of Oklahoma, Norman.

- Zari, M. P. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. In *The SB07 NZ sustainable building conference* (No. 033).
- Zari, M. P. (2012). Ecosystem services analysis for the design of regenerative built environments. *Building Research & Information*, 40(1), 54-64.
- Zelanski, P. (1984). *Design Principles and Problems*. Rinehart And Winston, NYC.
- Zeng, X., Chen, Q., & Chen, T. (2024). Nanomaterial-assisted oncolytic bacteria in solid tumor diagnosis and therapeutics. *Bioengineering & Translational Medicine*, e10672.

Sanal kaynakça

- Biomimicry Institute. (2017-2021). Sharing biomimicry with young people. An Introduction for K-12 Educators. https://1d59b73swr1flswu2v451xcx-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/02/Sharing-Biomimicry_v2-2021.pdf erişilmiştir. Erişim Tarihi: 10.10.2021
- <https://www.canva.com/learn/design-elements-principles/> Erişim Tarihi: 10.11.2021
- <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-ecosystem#:~:text=A%20digital%20ecosystem%20is%20a,providers%20and%20all%20respective%20technologies>. Erişim Tarihi: 19.11.2022
- <https://morethandigital.info/en/what-is-a-digital-ecosystem-understanding-the-most-profitable-business-model/#:~:text=A%20digital%20ecosystem%20is%20a,value%20for%20businesses%20and%20consumers>. Erişim Tarihi: 19.11.2022
- <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=B4Zv500TEPA> Erişim Tarihi: 19.11.2023
- <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2595707> Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2457276.2457297> Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=3d08bad6a7d379a049639eb28440a42fdd5af704> Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://bizobiz.net/endustri-4-0-tasarim-ilkeleri/> Erişim Tarihi: 02.05.2024

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007681318301484?casa_token=DyFZMpITK2cAAAAA:WnijfPoqvwdSnDI5ieUCz1hhIW0MGz_XRPRVCh4cD50rcvpXTWTFcVRMo2y4RbPOMs2ysU3g Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://www.techtarget.com/searchcio/resources/Digital-transformation>
Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://www.optimizely.com/optimization-glossary/digital-ecosystem/>
Erişim Tarihi:02.05.2024

https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4375082?casa_token=7uwR9XFPehMAA AAA:ZcfZlorJIOyuH3jk4evp8YDKqMC42s_7lQ5rMzZyi435Vy7oWyfrMBchI OU_-zEpez5XbQ0LTw Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://nuclio.school/blog/digital-ecosystem-benefits-types-examples/?lang=en#Types-of-Digital-Ecosystems> Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://morethandigital.info/en/what-is-a-digital-ecosystem-understanding-the-most-profitable-business-model/#:~:text=A%20digital%20ecosystem%20is%20a,value%20for%20businesses%20and%20consumers.>
Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-ecosystem#:~:text=A%20digital%20ecosystem%20is%20a,providers%20and%20all%20respective%20technologies.> Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://servicedesigntools.org/tools/ecosystem-map> Erişim Tarihi: 02.05.2024

<https://futureobservatory.org/news/what-is-a-design-ecosystem>

Erişim Tarihi: 02.05.2024

[https://www.interaction-design.org/literature/topics/ecosystem-](https://www.interaction-design.org/literature/topics/ecosystem-maps#:~:text=A%20UX%20ecosystem%20encompasses%20a,people)%2C%20and%20different%20media)

[maps#:~:text=A%20UX%20ecosystem%20encompasses%20a,people\)%2C%20and%20different%20media](https://www.interaction-design.org/literature/topics/ecosystem-maps#:~:text=A%20UX%20ecosystem%20encompasses%20a,people)%2C%20and%20different%20media). Erişim Tarihi: 02.05.2024

<http://sbpturkiye.com/swotanalizi.html#:~:text=SWOT%20Analizi%20Albert%20Humphrey%20taraf%C4%B1ndan,a%C3%A7%C4%B1k%C3%A7a%20ortaya%20koyan%20bir%20tekniktir>. Erişim Tarihi: 05.05.2024

https://tr.wikipedia.org/wiki/SWOT_analizi#/media/Dosya:SWOT_en.svg

Erişim Tarihi: 05.05.2024

<https://medium.com/@omerharuncetin/yaz%C4%B1%C4%B1m-ya%C5%9Fam-d%C3%B6ng%C3%BC-modelleri-543c7879a742>

Erişim Tarihi: 05.05.2024

<https://www.itprotoday.com/compute-engines/when-rtm-no-longer-rtm#close-modal>

Erişim Tarihi: 05.05.2024

<https://userwell.com/software-release-life-cycle/> Erişim Tarihi: 05.05.2024