



T.C.

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI İŞLETMECİLİK VE TİCARET ANABİLİM DALI

**BİYOBENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ VE CİDDİ OYUN
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilan ALADAĞLI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Eyüp AKÇETİN

Prof. Dr. Kenan GÜLLÜ

2024 - Muğla

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İŞLETMECİLİK VE TİCARET ANABİLİM DALI

**BİYOBENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ VE CİDDİ OYUN
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilan ALADAĞLI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Eyüp AKÇETİN

Prof. Dr. Kenan GÜLLÜ

2024- Muğla

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İŞLETMECİLİK VE TİCARET ANABİLİM DALI

**BİYO BENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ VE CİDDİ OYUN
UYGULAMASI**

HAZIRLAYAN
Dilan ALADAĞLI
1941015037

Sosyal Bilimler Enstitüsünce
Tezli Yüksek Lisans
Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tez

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 27.12.2023

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 30.01.2024

Tez Danışmanı:
Doç.Dr.Eyüp AKÇETİN
Prof.Dr.Kenan GÜLLÜ
Jüri Üyesi: Prof.Dr.Selçuk Burak HAŞILOĞLU
Jüri Üyesi: Doç.Dr.Eyüp Bayram ŞEKERLİ
Jüri Üyesi: Dr.Öğr.Üyesi Ali YILDIZ

Enstitü Müdürü:
Prof. Dr. Muzaffer
DEMİR

2024 - Muğla

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 29/11/ 2023 tarih ve 1126/6 sayılı Yönetim Kurulu kararı ile tez jürisi olarak atandığımız, Uluslararası İşletmecilik ve Ticaret Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Dilan ALADAĞLI' nın "Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması" adlı tezi incelemiş ve aday 27/12/2023 tarihinde saat 16:00'da tez savunma sınavına alınmıştır.

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 24. maddesi doğrultusunda yapılan tez savunma sınavı sonucunda tezin kabul edilmesine

oy... birliği ile karar verilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Eyüp AKÇETİN

Prof.Dr. Kenan GÜLLÜ

Üye

Prof. Dr. Selçuk Burak HAŞILOĞLU

Üye

Doç. Dr. Eyüp Bayram ŞEKERLİ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ali YILDIZ

YEMİN

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

25/01/2024

Dilan ALADAĞLI

Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması

ÖZET

Tabiat, insanlığın en önemli öğretmenidir. Doğayı inceleyerek, ondan öğrenerek ve ona saygı göstererek dünyayı daha iyi bir yer haline getirebiliriz.

Doğa, yeni icatlar ve teknolojik gelişmeler için bir elmas madenidir. Örneğin, kelebeklerin kanatlarındaki desenler, uçak tasarımına ilham kaynağı olmuştur. Bu desenler, hava akışını yönlendirerek, uçak kanatlarının daha verimli bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır.

İşletmeciler, mühendisler ve tasarımcılar gibi meslek grupları, teknolojik problemlere çözüm bulmak amacıyla genellikle doğaya başvururlar. Doğanın sınırsız uyumu, tasarımları ve sistemleri örnek alarak yeni teknolojik ürünler, malzemeler, mekanizmalar ve sistemler geliştirebiliriz. Biyobenzetim araştırma alanı, doğadan esinlenerek yeni teknolojik gelişmeleri teşvik etmek için tasarlanmıştır. Bu alandaki çalışmalar, daha verimli, dayanıklı ve çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Tez kapsamında, detaylı literatür taraması yapılacak ve birçok biyobenzetim uygulamasının sistemi incelenecektir. Bu incelemeler sonucunda, işletmelerin ticari faaliyetlerine katkı sağlayacak, eğitim gören kişileri yaratıcı fikir geliştirmesine yardımcı olacak biyobenzetim temelli inovasyon oyunu geliştirilecektir. Bu sistem, doğadaki sistemleri inceleyerek insan sorunlarına çözümler üretmeyi amaçlamaktadır. Sistem, ciddi oyunlar aracılığıyla kullanıcıların doğadaki sistemleri keşfetmesine ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretmesine olanak tanır. Oyun, araştırmacı tarafından geliştirilecek öz yeterlilik ve tutum ölçekleri uygulanarak test edilecektir.

Geliştirilen oyun, biyomimikri temelli inovasyon sisteminin bir prototipidir. Oyun, kullanıcıların doğadaki sistemleri keşfetmesine ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretmesine olanak tanır. Ayrıca, oyun, kullanıcıların farklı bakış açıları geliştirmelerine ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur.

Oyun, araştırmacı tarafından geliştirilen öz yeterlilik ve tutum ölçekleri uygulanarak test edilmiştir. Bu testlerin sonuçlarına göre, oyunu oynayan bireylerin

pozitif yönde etkilendikleri söylenebilmektedir. Oyun, bireylerin biyomimikri hakkındaki bilgilerini ve tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca, oyun, bireylerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmuştur.

Geliştirilen oyunun, biyomimikrinin daha iyi anlaşılmasına ve yaygınlaşmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Oyun, kullanıcıların doğadaki sistemleri keşfetmelerini ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretmelerini teşvik ederek, biyomikrinin daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, biyomimikri temelli inovasyon oyunu, biyomimikrinin daha iyi anlaşılmasına ve yaygınlaşmasına katkıda bulunan önemli bir araçtır. Oyun, kullanıcıların yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine ve doğadan ilham alarak yeni fikirler üretmelerine yardımcı olur. Bu çalışma, Türkiye'de biyobenzetim yönteminin yaygınlaştırılması ve işletmelerin rekabet gücünün artırılması hedefiyle bireylere inovasyon ve sürdürülebilirlik konularında katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Biyobenzetim, Sistem Dinamiği, Triz Algoritması, Biyotriz Algoritması

Biomimicry Based Innovation System and Serious Gaming Application

SUMMARY

Nature is humanity's most important teacher. By studying nature, learning from it, and respecting it, we can become a better place in the world.

Nature is a diamond mine for new inventions and technological advances. For example, the patterns on butterfly wings have inspired aircraft design. These patterns direct the air, allowing aircraft wings to operate more efficiently.

Professional groups such as managers, engineers and designers often resort to nature to find solutions to technological problems. New technological products, features, mechanisms and systems can be developed by taking the unlimited freedom, designs and examples of nature. The field of biomimicry research is designed to promote new technological development inspired by nature. These pieces of work contribute to the development of more efficient, durable and environmentally friendly technologies.

Within the scope of the thesis, a detailed literature review will be made and many biomimetic systems will be examined. As a result of this review, a biomimicry autonomous innovation game will be developed that will contribute to their commercial activities and help trainees develop creative ideas. This system provides solutions to human problems by examining the systems in nature. The system allows users to explore their inherent systems through serious games and generate new ideas by being inspired by the systems.

The developed game is a prototype of the biomimicry innovation system. The game allows users to explore inherent systems and generate new ideas inspired by these systems. Additionally, the game helps users develop different perspectives and develop creative thinking skills.

The game was tested by the researcher by applying competence and attitude scales. Now that these tests have been carried out, it can be said that the player will be positively affected in the game. The game has a positive impact on the biomimicry character to be acquired and their attitudes. Additionally, the game helped them develop their creative thinking abilities.

The developed game will contribute to a better understanding and dissemination of biomimicry. The game enables more effective deployment of biomimicry by encouraging users to explore their inherent systems and generate new ideas inspired by these systems.

As a result, the biomimicry innovation game is an important tool that contributes to a better understanding and dissemination of biomimicry. The game helps users improve their creative thinking abilities and generate new ideas inspired by nature. This study enables the dissemination of the biomimicry method in Turkey and contributes to the innovation and sustainability share to individuals with the speed of your competitive power.

Key Words: Innovation, Biomimicry, System Dynamics, Triz Algorithm, Biotriz Algorithm

ÖN SÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen bana eğitimimle alakalı her türlü desteği sağlayan danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Eyüp AKÇETİN hocama, çalışmama katkı sağlayan sayın Dr. Mehmet Akif İNESİ hocama ve sayın Prof. Dr. Kenan GÜLLÜ hocama en içten teşekkürlerimi sunarm. Bir diğer teşekkürü ise tüm bu süreçte maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen başta babam Muamer ALADAĞLI, annem Güzel ALADAĞLI kıymetli amcalarım Oğuz ALADAĞLI ve Şinasi ALADAĞLI'ya değerli ağabeyim Okan ALADAĞLI' ya ve ailemin diğer tüm fertlerine bana inandıkları ve güvendikleri için çok teşekkür ederim. Ayrıca tüm bu süreçte yanımda olan canım dostum Güllü AYDIN'a da çok teşekkür ederim.

25/01/2024

Dilan ALADAĞLI

MUĞLA

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar LİSTESİ	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	IX
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BIYOMİMİKRI KAVRAMININ TARİHÇESİ

1.1. Biyomimikri Kavramının Tanımı ve Etimolojisi	5
1.2. Biyomimikri Kavramının Özellikleri	7
1.3. Biyomimikri Kavramının Prensipleri	8
1.4. Biyomimikrinin Etik ve Epitemolojik İlkesi	10
1.5. Biyomimikri ve Felsefe	10
1.6. Biyomimikride Tasarım Süreçleri	11
1.7. Biyomimikri Seviyeleri	16
1.7.1. Organizma düzeyi	17
1.7.2. Davranış düzeyi	18
1.7.3. Ekosistem seviyesi	19
1.8. Biyomimikrinin Önemi	20
1.9. Biyomimikrinin Hedefleri	23
1.9.1. Sürdürülebilirlik.....	23
1.9.2. Performans iyileştirme	24
1.9.3. Enerji korunumu	25
1.9.4. Maliyetleri azaltma	26
1.9.5. “Çöp” kavramını yok etmek ve yeniden tanımlamak	27
1.9.6. Biyomimikriyi etkileyen bilimler ve tasarım yaklaşımları.....	28
1.9.7. Biyomimikriyi etkileyen bazı bilim dalları	28
1.9.7.1. Biyomekanik	29
1.9.7.2. Biyomimetik	31
1.9.7.3. Biyonik	32

1.10. Bir İnovasyon Sistemi Olarak Biyomimikri	33
--	----

İKİNCİ BÖLÜM

İNOVASYON VE İNOVASYON SÜRECİ

2.1. İnovasyonun Tanımı	35
2.2. İnovasyon Önemi	41
2.3. İnovasyonla İlgili Temel Kavramlar	44
2.3.1. İcat	45
2.3.2. Yaratıcılık	46
2.3.3. Araştırma geliştirme (Ar-Ge)	47
2.3.4. Girişimcilik	48
2.4. İnovasyon süreci	49
2.5. İnovasyon Türleri	52
2.5.1. Alanına göre inovasyon çeşitleri	53
2.5.1.1. Ürün inovasyonu	53
2.5.1.2. Süreç inovasyonu	54
2.5.1.3. Pazarlama inovasyonu	55
2.5.1.4. Organizasyonel inovasyon	55
2.6. Derecesine Göre İnovasyon Çeşitleri	56
2.6.1. Radikal inovasyon	56
2.6.2. Artımsal inovasyon	57
2.7. Kaynağına Göre İnovasyon Çeşitleri	58
2.7.1. Kapalı inovasyon	58
2.7.2. Açık inovasyon	59
2.7.3. İnovasyon stratejileri	62
2.7.4. Saldırgan strateji	65
2.7.5. Savunmacı strateji	67
2.7.6. Taklitçi strateji	67
2.7.7. Bağımlı strateji	68
2.7.8. Geleneksel strateji	69
2.7.9. Fırsatları izleme stratejisi	69

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.1. Sistem Düşüncesi ve Sistem Dinamiğinin Tarihsel Gelişimi	71
3.1.1. Sistem düşüncesi	71
3.1.2. Sistem dinamiği	74
3.1.3. Sistem dinamiği modelinin yapısı	76
3.1.4. Sistem dinamiği modelleme süreci	80
3.2. TRİZ (Yenilikçi – Yaratıcı Problem Çözme Kuramı)	82
3.2.1. Metodolojisi	86
3.3. TRIZ Araçları	88
3.3.1. Çelişkiler matrisi	88
3.3.2. 40 Yaratıcı prensip	92
3.3.2. 39x39 Çelişkiler matrisi	99
3.4. BioTRIZ	100

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BİYO BENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ ve CİDDİ OYUN UYGULAMASI

4.1. Ciddi Oyunlar	103
4.2. Ciddi Oyun Örnekleri	105
4.3. Biyobenzetim Oyun Örnekleri	107

BEŞİNCİ BÖLÜM

BİYO BENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ ve CİDDİ OYUN UYGULAMASI

5.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	110
5.1.1. Sınırlılıklar	111
5.1.2. Varsayımlar	111
5.1.3. Araştırmanın modeli	111
5.1.4. Çalışma grubu	112
5.1.5. Veri toplama araçları	112
5.1.6. Veri toplama süreci	112
5.1.7. Biyomimikri temelli inovasyon sistemi oyunu tasarım süreci	113

5.1.8. Oyun hakkında.....	114
5.2. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Öz Yeterlilik Ölçeği	123
5.2.1. Ölçek geliştirme süreci	123
5.2.2. Açımlayıcı faktör analizi sonuçları	124
5.2.3. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları	125
5.3. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Tutum Ölçeği	127
5.3.1. Ölçek geliştirme süreci	127
5.3.2. Açımlayıcı faktör analizi sonuçları	128
5.3.3. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları	129
5.4. Bulgular	130
5.4.1. Özyeterlilik ölçeği	130
5.4.2. Tutum ölçeği	131
SONUÇ	133
KAYNAKÇA	136
EKLER	152

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Biyomimikrinin Operasyonelleştirilmesinde Temel Yaklaşımlar	7
Tablo 2.1. Teknolojik Değişim Süreci	37
Tablo 2.2. Özelliklerine Göre İnovasyon Çeşitleri	53
Tablo 3.1. BioTRIZ Çelişki Matrisi	102
Tablo 5.1. Kabul Uyum İndeks Ölçüt Değerleri ile Çalışmada Hesaplanan Değerler	125
Tablo 5.2. Kabul Uyum İndeks Ölçüt Değerleri ile Çalışmada Hesaplanan Değerler	129
Tablo 5.3. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyununun Başarı Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	131
Tablo 5.4. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyununun Başarı Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	132

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Estonya'daki İlk Tarihi Yerleşim Pulli'de Bulunan Av Aletleri (M.Ö. 8000).....	2
Şekil 1.2. M.Ö. 2000 ve 8000 Yıllarına Ait El Aletleri	3
Şekil 1.3. Mısır Hiyeroglifi	3
Şekil 1.4. İnsan ve Doğa İlişkisinin Evrimi	5
Şekil 1.5. Leonardo Da Vinci'nin Uçan Makinesinin Eskizi	6
Şekil 1.6. Leonardo Da Vinci'nin, Bilim ve Teknoloji Müzesi'nde Sergilenen Uçan Makinasına Ait Model, Milan/İtalya.....	6
Şekil 1.7. Biyomimikri Döngüsü	9
Şekil 1.8. Delhi'deki Bahai Tapınağı.....	12
Şekil 1.9. Konya Tropikal Kelebek Bahçesi	13
Şekil 1.10. Biyomimikri Tasarım Spirali	14
Şekil 1.11. Biyomimikri Seviyeleri.....	16
Şekil 1.12. Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi.....	17
Şekil 1.13. Termit Yuvaları.....	18
Şekil 1.14. Termit Yuvaları ve Eastgate Center Projesi.....	19
Şekil 1.15. Zira Adası (Zira Island)	20
Şekil 1.16. Biyomimikri Tasarımında Dikkat Edilmesi Gerekenler	21
Şekil 1.17. Enertia Bina Sistemi	22
Şekil 1.18. Kendini İyileştirebilen Sistemlerden Esinlenen Kendi Kendini Onarabilen Polimerik Yapı Malzemesi.....	24
Şekil 1.19. a) Geko Kertenkelesi, b) Kumaşlar.....	25
Şekil 1.20. a) Deniz Bitkileri, b) BioWave	26
Şekil 1.21. Biyometrik Çözüm Öneri Olarak "İskoç Çamı" ve Dal Formlarının Parça Üzerinde Uyarlanması.....	27
Şekil 1.22. a) Örümcek Ağı, b) İplik Üretim	28
Şekil 1.23. Biyomimikriyi Etkileyen Bilim Dalları	29
Şekil 1.24. Yarasa ve Leonardo da Vinci'nin Yarasa Kanadı Üzerine Çalışması	31
Şekil 1.25. Dulavrat Otu ve Velcro Bantı	32
Şekil 1.26. Sandık Balığı ve Biyonik Otomobil Tasarım Süreci	33

Şekil 2.1. Ürün İnovasyonu Yönetimi	50
Şekil 2.2. İnovasyon Süreci	51
Şekil 2.3. İnovasyon Türleri	53
Şekil 2.4. Kapalı ve Açık İnovasyonun Karşılaştırılması	61
Şekil 2.5. Stratejik İnovasyon	63
Şekil 2.6. İnovasyon Stratejileri Belirleme Süreci	64
Şekil 3.1. Dinamik Bir Sistemi Tanımlayan Kapalı Sınır	78
Şekil 3.2. Sistem Dinamiği Dili	79
Şekil 3.3. Sistem Dinamiğinde Stok Yapısı	79
Şekil 3.4. Stok, Akış İlişkisi	80
Şekil 3.5. Sistem Dinamiği Modelleme Aşamaları	81
Şekil 3.6. TRIZ'in Kronolojik Süreci	84
Şekil 3.7. Problem Kategorileri	87
Şekil 3.8. TRIZ'in Problem Çözme Metodolojisi	88
Şekil 3.9. TRIZ Tekniğinin Kullanıldığı Örnek Çalışmalar	88
Şekil 3.10. 39x39 Çelişkiler Matrisi Temel Görünüm	100
Şekil 4.1. Ciddi Oyunların Tanımı	104
Şekil 4.2. EYP ile Mücadele Ciddi Oyunu Ekran Görüntüleri	106
Şekil 5.1. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Öz Yeterlilik Ölçeğinin Standardize Edilmiş Regresyon Katsayı Değerlerin Gösterimi	126
Şekil 5.2. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Tutum Ölçeğinin Standardize Edilmiş Regresyon Katsayı Değerlerin Gösterimi...	130

KISALTMALAR LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
OECD	Organisation For Economic Co-Operation and Development
BİGG	Bireysel Genç Girişimci
J.IT	Just in Time
TRİZ	Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi)
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
ARIZ	Yaratıcı Problem Çözme Algoritması
EYP	El Yapımı Patlayıcı
WWO	World Without Oil
AFA	Açımlayıcı Faktör Analizi
DFA	Doğrulayıcı Faktör Analizi
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
GFI	Genel Uyum İndeksi
RMSEA	Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü
SRMR	Standartlaştırılmış Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü
CFI	Karşılaştırmalı Uyum İndeksi
TLI	Normlandırılmış Uyum İndeksi
IFI	Artırmalı Uyum İndeksi

GİRİŞ

Günümüzde yenilikçi bir disiplin olarak karşımıza çıkan biyomimikri kavramı, mimarlar, mühendisler, yöneticiler, operatörler, tasarımcılar, biyologlar ve diğer meslekler için sürdürülebilir ve yenilenebilir çözümler üretmek için doğayı model almayı amaçlamaktadır. Küresel sistemdeki sürekli değişimin bir sonucu olarak, şirketlerin uzun ömürlü olabilmesi için yenilikçi yaklaşımlar izlemesi gerekmektedir. Yeni yönetim ve üretim sistemlerini küresel çağa uygun olarak güncel tutmayı taahhüt ederler. Firmaların sürekli değişim içinde olması rekabetin artmasına da neden olmaktadır. Bu nedenle firmaların sürdürülebilirliğini sağlamak için yeniliklere açık olma, ürünlerini farklılaştırma ya da yenilerini üretmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Bunu yapmak için yeni bir çığır açmaları gerekiyor. Biyomimikri, doğayı referans alarak yenilikçilik ve sürdürülebilirlik anlayışını benimseyen yaklaşımlardan biridir. Artık doğanın milyarlarca yıllık bilgi ve deneyimine ihtiyacımız var. Küreselleşen dünyada sorunları daha sürdürülebilir çözümlere doğru itmek için inovasyonun yönü artık ulusal değil uluslararasıdır (Özözer ve Rakıcı, 2020: 12). Biyomimikri sanayi devriminin süregelen tüketimciliğinin aksine, üretim ve sürdürülebilirlik fikrini hayatın mottosu haline getirerek doğanın kapılarını bize sonsuza dek açıyor ve bize ilham verecek pek çok örnek gösteriyor (Altun, 2019: 8).

Doğa, milyonlarca yıllık bilgi birikimi ile bize yol gösterecek bilgi ve beceriye sahiptir. Biyomimikri ise doğanın kendi içinde kurmuş olduğu kural ve sistemleri inceleyerek bunları öğrenme ve taklit etme yöntemidir. Biyomimikrinin temelindeki amaç ise doğanın kendi içinde oluşan problemleri karşısında üretmiş olduğu çözümleri model alarak veya taklit ederek insan yaşamını daha kolay ve sürdürülebilir bir hale getirmesidir (Kuday, 2009: 5).

Biyomimikri, doğal bir nesnenin veya sistemin yeniden üretilmesinden ibaret değildir. Doğanın tasarım prensiplerini ve süreçlerini anlama ve bu bilgileri yeni ürünler ve teknolojilere uygulamayı da kapsamaktadır. Bir ürünün sürdürülebilir veya yeşil olarak tasarlanmasının da çok ilerisindedir. Biyomimikri ilk olarak bir organizmayı veya ekosistemin en ince ayrıntısına kadar inceleyerek tabiatın üretmiş olduğu çözümlerin altında yatan tasarım sistemini bir farkındalık ile uygulamasıdır.

Biyomimikri mühendislerin ve tasarımcıların doğada yer alan süreçleri ve yaşam tarzlarını ayrıntılı bir şekilde gözlemleyerek insanların beşerî, iktisadi ve teknolojik problemlerini çözecek yöntemler geliştirerek tabiatın sınırsız kaynağından yararlanmasıdır (Dündar, 2019: 32).

Temel anlamda insanlar kendi hayatını kolaylaştırmak ve sürdürülebilir bir yaşam için yıllardır doğanın kendi problemleri için yaratmış oldukları çözümleri kendi hayatlarına entegre etmeye çalışmışlardır. Doğanın taklit edilmesi yeni bir yöntem değildir. İlk çağlardan itibaren insanoğlu tabiatın zorlu koşullarına karşı korunmak için tabiatı kendisine rehber olarak almıştır (Duman, 2021: 17).

İlkel çağda insanlar hayatta kalabilmek için yiyecek, giyecek, barınak ve alternatiflerin sağlanması için doğadaki canlıların sergilediği davranışları taklit ederek yaşamlarını sürdürmeye çalışıyorlardı. İlkel dönemlerde insanlar gözlem yoluyla bitkilerin karşılaştıkları problemler karşısında kendilerini iyileştirdiklerini fark ederek bunu taklit etmeye çalışmışlardır. Yine aynı şekilde Şekil 1 ve 2’de de verildiği gibi hayvanların dişlerinden esinlenerek kaya parçalarını sivrilterek kesici alet yapmaları, hayvan postlarını soğuk hava koşullarından korunmak için kendilerine giysi yapmaları biyomimikrinin ilk örneklerindedir.

Şekil 1.1. Estonya’daki İlk Tarihi Yerleşim Pulli’de Bulunan Av Aletleri (M.Ö. 8000)



Kaynak: (Kuday, 2009: 11)

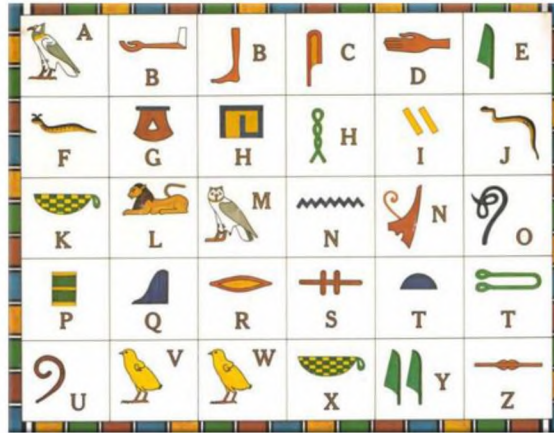
Şekil 1.2. M.Ö. 2000 ve 8000 Yıllarına Ait El Aletleri



Kaynak: (Kuday, 2009: 11)

Şekil 1.3'te de gösterildiği gibi antik mısır medeniyetlerinde de doğadaki canlıların şekilleri modellenerek duvara işlenmiş figürlerin hiyeroglifisi bulunmaktadır. Doğadaki canlı veya cansız nesnelere etkilenerek duvarlara çizilen figürlerle etraflarından edindikleri bilgileri aktarmaya çalışmışlardır. Görüldüğü üzere insanlar birçok farklı alanda doğayı taklit etmişlerdir.

Şekil 1.3. Mısır Hiyeroglifi



Kaynak: (Kuday, 2009: 14)

İlkel çağda insanlar doğanın özelliklerini gözlemleyerek ve bunları taklit ederek rutin yaşantılarını kolaylaştırmak istemişlerdir. Ancak ilerleyen zamanlarda bu basit taklit etme yöntemleri artık yetersiz kalmıştır. İlkel dönemlerde sadece gözlem

yoluyla oluşan bu sistem çağımızda artık bilimsel bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biyomimikri hayatın her alanında oluşan sorunlara çözüm üretecek bir alandır. İnsanların yapmış oldukları icatlara baktığımızda aslında bu icatların doğada var olduğunu görebiliriz. Bir insan yapısı olarak bildiğimiz ark sistemi aslına baktığımızda evrendeki ilk bakterilerin kırbalarını organize eden küçük döner motorlarda olduğu tespit edilmiştir (Keskin, 2019: 9). Örneğin; rüzgâr türbini üretimi yapan Whale Power bir deniz canlısı olan kambur balinanın yüzgelerinde bulunan dişli kenarlardan ilham alarak yeni bir rüzgâr türbini teknolojisi geliştirdi. Yine başka bir örnek gemilerin denizde hız ve verimliliğini arttırmaya yönelik geliştirilen bir tasarımda yunusların burun çıkıntılarında esinlenerek geliştirilen model, gemilerin burun kısımlarına uygulandığında suyu daha iyi yarararak hızlarının arttırdığı görülmüştür (Altun, 2019: 104-106).

BİRİNCİ BÖLÜM

BIYOMİMİKRI KAVRAMININ TARİHÇESİ

Bu bölümde biyomimikri kavramının tarihçesi, özellikleri, prensipleri, tasarım süreçleri, seviyeleri, türleri, önemi, hedefleri, etkilendiği bilimler ve yaklaşımlar açıklanmıştır.

1.1. Biyomimikri Kavramının Tanımı ve Etimolojisi

Biyomimikri kavramı Yunanca ‘bios’ (yaşam) ve ‘mimesis’ (taklit) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Biyomimikri kavramından önce ilk olarak ‘biyomimetik’ terimi ile 1950 yılında Otto Schmitt tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bilimsel literatüre ilk girişi ise 1962 yılında olmuştur (Dündar, 2019: 32). Daha sonra bu kavramı bir bilim dalı olarak karşımıza çıkartan ise Janine Benyus’dur. 1990 yıllarının başlarında biyomimikri kavramını kitaplaştıran ve tüm dünyaya tanıtan ve anlatan Benyus Amerika Montana da Biyomimikri Enstitüsünü kurmuştur (İleritürk, 2016: 9). Bu enstitünün amacının hayatta karşılaştığımız tüm sorunlar için doğanın engin bilgilerinden yararlanarak o sorunlara bir çözüm yolu bulmaktır. Doğadaki modelleri taklit ederek yenilikçi tasarımlar ve yenilikçi çözümler üretmeyi amaçlamaktadır.

İlk çağlarda gözlem yoluyla doğadan faydalanılmıştır, Şekil 1.4’de gösterildiği gibi canlıların özellikleri veya şekilleri taklit edilmeye çalışılmıştır. Ancak ilerleyen süreçlerde gözlemlenen artık doğanın veya canlıların özellik ve şekillerinin yanı sıra sistemlerinin işleyiş biçimi olmuştur (Bilmen, 2019: 15).

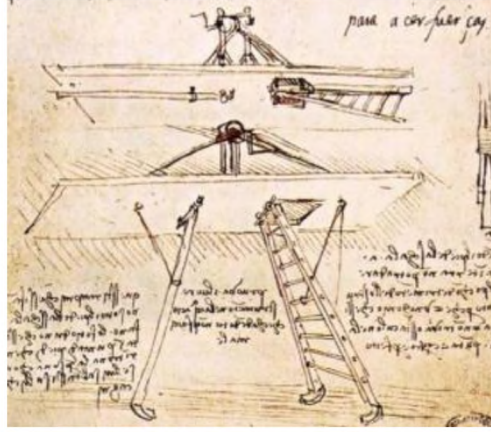
Şekil 1.4. İnsan ve Doğa İlişkisinin Evrimi



Kaynak: (Bilmen, 2019: 15)

Doğadan esinlenerek tasarlamak ilk dönemlere kadar uzanmaktadır. Tarihte MS 9. yüzyılda ilk olarak Müslüman bir bilim adamı olan Abbas İbn Firnas, kuşların uçuş sistemlerini inceleyerek insanların kuşların kanatlarına benzer yapılar icat ederek uçabileceklerini kanıtlamıştır (Jamsari vd., 2013: 75). Yine Leonardo Da Vinci de kuşları gözlemleyerek uçan araçların tasarımı üzerine çizimler yapmıştır. Şekil 1.5’de bu çizimlerin eskizi bulunmaktadır. Bu çizimler her ne kadar kendi döneminde uygulanmamış olsa da tarihte ilk tasarlanan hava aracı olma özelliğine sahiptir Şekil 1.6’da bir örneği verilmiştir. Leonardo Da Vinci: “Doğadan farklı bir alandan ilham almak tüm çabaların yersiz ve yetersiz olduğunu” söylemiştir (Tarhan, 2019: 9).

Şekil 1.5. Leonardo Da Vinci'nin Uçan Makinesinin Eskizi



Kaynak: (Tarhan, 2019: 9)

Şekil 1.6. Leonardo Da Vinci'nin, Bilim ve Teknoloji Müzesi'nde Sergilenen Uçan Makinasına Ait Model, Milan/İtalya



Kaynak: (Tarhan, 2019: 9)

Diğer bir örnek İslam tıbbının en büyük cerrahı olarak kabul edilen El Zehravi'ye aittir. El Zehravi 200'e yakın cerrahi malzeme icat etmiştir. Bunun yanı sıra hayvanların bağırsaklarını kullanarak yaptığı iplikle, yaraları dikerek dikişlerin zamanla kaybolduğunu keşfetmiştir. Modern tıbbın kullandığı dikiş ipliklerinin temelini hayvan bağırsaklarının özelliklerinden ilham alınarak üretildiği görülmektedir (Atıcı vd., 2010: 237).

1.2. Biyomimikri Kavramının Özellikleri

Biyomimetik bir yaklaşım uygulanırken kullanılan temel kavramlar farklı kategorilere ayrılır. Bu kategoriler; biyo-yardım, biyo-ilham ve ekomimetizm/biyonik olarak sınıflandırılmıştır. Biyomimetik ismi kullanılırken çoğunlukla farklı polemiklere sebep olmuştur. Bundan dolayı biyomimetik ismini sözlükte ortak ve geçerli bir tanımla tanımlamak amacıyla ISO 18458 standardı “Biyomimetik-terminoloji, kavramlar ve metodoloji” başlıca olanlar olmak üzere çeşitli kavramları belirtir. Tablo 1.1’de detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Terrier vd., 2017).

Tablo 1.1. Biyomimikrinin Operasyonelleştirilmesinde Temel Yaklaşımlar

Yaklaşım adı	uygulama yöntemi	ISO 18458'e göre tanım	Amaç	Uygulama alanları
Biyo-ilham	Yaşayan dünyadan ilham alın	Biyolojik sistemlerin gözlemine dayalı yaratıcı yaklaşım	Yeni nesnelere veya süreçler oluşturur	Tasarım, mimari ve malzemeler
Biyo-yardım veya biyoteknoloji	Canlı organizmaları veya biyolojik kökenli molekülleri kullanın	Biyoteknoloji: Biyolojik ajanlar kullanarak maddeleri dönüştürmek için bilimsel ilke ve tekniklerin uygulanması	mal ve hizmet sağlamak	Tarımsal ekoloji, katalitik enzimler, kimya endüstrisi
eko-taklit	Ekosistemlerin işleyişini inceleyin	Terim özel olarak tanımlanmadı	Ekosistem koşullarını ve faydalarını çoğaltın	Şehir planlama, mühendislik
Biyonik	Yaşayan dünyadan ilham alın	Biyolojik işlevleri elektronik ve/veya mekanik eşdeğerleriyle yeniden üretmeyi, iyileştirmeyi veya değiştirmeyi amaçlayan teknik disiplin	Mühendislikte teknolojik olarak uygulanabilir biyolojik olmayan sistemler geliştirmek	Robotik, biyomekanik, biyo-ilhamlı sensörler

Kaynak: (Terrier vd., 2017)

Doğanın oluşturduğu süreçler esnek bir yapıya sahiptir, karşılaşacağı tüm sorunlara hazırdır ve en önemlisi doğa doğal ve yenilenebilir malzemeler kullanarak faaliyetlerini gerçekleştirir (Terrier vd., 2017).

1.3. Biyomimikri Kavramının Prensipleri

Biyomimikri, yaşamın birçok alanında karşımıza çıkan zorlukları, problemleri doğanın tasarım ve prensiplerini taklit ederek, dönüştürerek problemleri çözmemize yardımcı olur. Kaynakları verimli ve sürdürülebilir bir biçimde kullanmamızı öğretir. Biyomimikri mühendislere, mimarlara, yöneticilere ve tasarımcılara inovatif fikirler sunar. Biyomimikriyi ekonomide, toplumda veya çevrede bulunan problemler için uygulamak, sürdürülebilir ekolojik ve biyolojik çözüm yollarını kullanmak anlamına gelir. Sonuç olarak ise ekonomik ve toplumsal sorunların çözümü daha inovatif ve sürdürülebilir kaynakların kullanılmasıyla pozitif sonuçlar elde etmemizi sağlar (Bae ve Lee, 2019: 2). Buradaki temel amaç, doğadaki sistemsel davranışlara sahip olan canlıların düşük ve verimli enerji tüketimini, sıfır atık sistemini ve yüksek dayanıklılık içeren malzemelerini inceleyerek bunların yaşama uygulanabilirlik seviyesini arttırarak üretmek ve çoğaltmaktır (Vincent, 2009: 76).

Janine Benyus, biyomimikriyi problemlere uygulanabilecek üç temel başlık altında sınıflandırarak doğanın ölçüt, danışman ve model olarak alınması gerektiğini belirtmektedir (Hargroves ve Smith, 2006: 27).

- **Model Olarak Doğa;**

Biyomimikri, insanların tasarım veya üretim süreçlerinde yaşadığı problemlerin çözüm yollarını bulmak için doğanın modellerini inceleyerek taklit etmesidir.

- **Danışman Olarak Doğa;**

Biyomimikri, doğayı anlamanın, tanımanın ve keşfetmediğimiz yönlerini keşfederek doğadan neler alabileceğimizi bize anlatan yeni bir yoldur.

- **Ölçüt Olarak Doğa;**

Biyomimikri, yenilik standartlarını ekolojik sistemi ölçüt olarak belirler. Sürekli değişim halinde olan doğa 3.8 milyar yıllık bir bilgiye sahip ve bunun

sonucunda da doğadaki işleyişin nasıl ilerlediğinin ve ne kadar zaman içerisinde gerçekleşebileceğini öğrenmiştir (Yılmaz, 2021: 10).

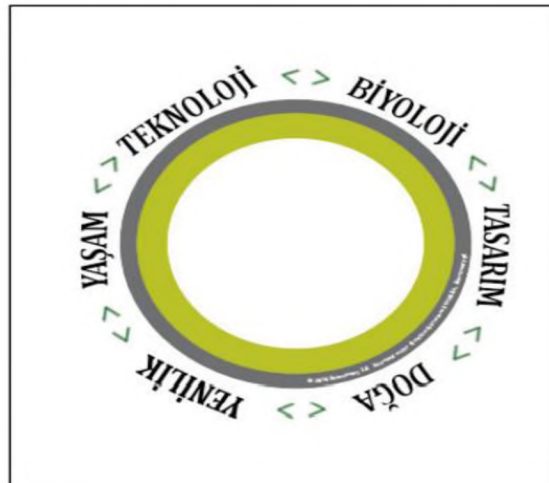
Janine M. Benyus'a göre Biyomimikrinin İlkeleri;

- Doğa, gün ışığını çeşitli şekillerde kullanır.
- Doğa, enerji verimliliği konusunda olağanüstü bir performans sergiler.
- Doğa, form ve fonksiyon arasında mükemmel bir denge kurar.
- Doğada hiçbir şey kaybolmaz. Her şey bir şekilde yeniden kullanılır
- Doğa, birlikte çalışmayı ödüllendirir.
- Doğa, çeşitliliği ile karakterize edilir.
- Doğa, yerel farklılıklar gösteren karmaşık bir sistemdir. Bu nedenle, doğayla ilgili sorunları çözmek için yerel uzmanlık gereklidir.
- Doğa, sürekli bir değişim ve dönüşüm içindedir. Bu değişim ve dönüşüm, aşırılıkların ortaya çıkmasını engeller.
- Doğa, gücünün sınırlarına meydan okur (Hargroves ve Smith, 2006: 27).

“Biyomimikri ne gerçek teknolojidir ne de biyolojidir, biyolojinin teknolojisidir.”

“Biyomimikri cevap değil, cevabı bulmanın yoludur.” (İleritürk, 2016: 4)

Şekil 1.7. Biyomimikri Döngüsü



Kaynak: (Benyus, 2002: 1)

Biyomimikri kavramı sadece biyoloji veya teknolojiden oluşmamaktadır. Biyomimikri kavramı günlük hayatımızda her alanla ilişki içerisinde olan bir kavram niteliğindedir. Şekil 1.7’de de gösterildiği gibi Biyomimikri biyoloji ve teknolojiyi tasarımıyla buluşturarak doğa ve insanın iş birliği içerisinde olmasını sağlar. Bu iş birliğinin sonucunda inovatif fikirler, tasarımlar, süreçler oluşturarak yaşamımıza aktarır.

1.4. Biyomimikrinin Etik ve Epistemolojik İlkesi

Biyomimikri, bir ölçü olarak doğanın etik ilkesine dayanmaktadır; Bu, teknolojik yeniliklerimizin etik bütünlüğü için doğanın kıstas olarak alındığı anlamına gelir (Blok ve Gremmen, 2016: 203-217). Bu ilke, etik açıdan normatiftir ve tüm türlere, amaçlarını gerekli özenle yerine getirebilmeleri için değer veren ekolojik bir etiği bünyesinde barındırır (Dicks, 2019: 601-620). Biyomimikri, yarattığı tasarımları değerlendirmek için etik bir standart oluşturmayı amaçlar ve tüm türlere değer veren biyobütünleştirici bir etiğe dayanır (Montgomery vd., 2016: 2494-2500).

Biyomimikrinin epistemolojik ilkesi ise doğada ki bilgileri keşfederek elde edilen bilgileri yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler yaratmak için uygulaması olarak değerlendirilmektedir (Mathews, 2011: 364-384). Biyomimikri, doğanın insanların karşılaştığı birçok sorunu zaten çözmüş olduğu ve doğayı inceleyip taklit ederek daha verimli ve sürdürülebilir teknolojiler yaratabileceğimiz fikrine dayanmaktadır (Mathews, 2011: 370-384). Biyomimikri ilkesi, tüm türlere değer atfeden ve yarattığı tasarımları değerlendirmek için etik bir standart oluşturmayı amaçlayan ekolojik etik felsefesine dayanmaktadır (Francetti vd., 2004: 52-59).

Sonuç olarak her iki ilkenin de ölçütü doğadır. Etik ilke, teknolojik yeniliklerimizin etik doğruluğunu yargılamak için doğanın çok önemli bir kıstas olarak görüldüğü anlamına gelir. Epistemolojik ilkesi ise yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler yaratmak için doğadan öğrenilen bilginin uygulanması olarak değerlendirilmektedir.

1.5. Biyomimikri ve Felsefe

Biyomimikri, yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler yaratmak için doğadan öğrenen bir tasarım felsefesidir. Bununla birlikte, biyomimikrinin daha fazla felsefi detaylandırma ve geliştirme gerektiren bir kavram olduğu ileri sürülmüştür (Mathews, 2011: 370-374). Felsefe ve biyomimikri arasında birçok bağlantı vardır. Biyomimikri,

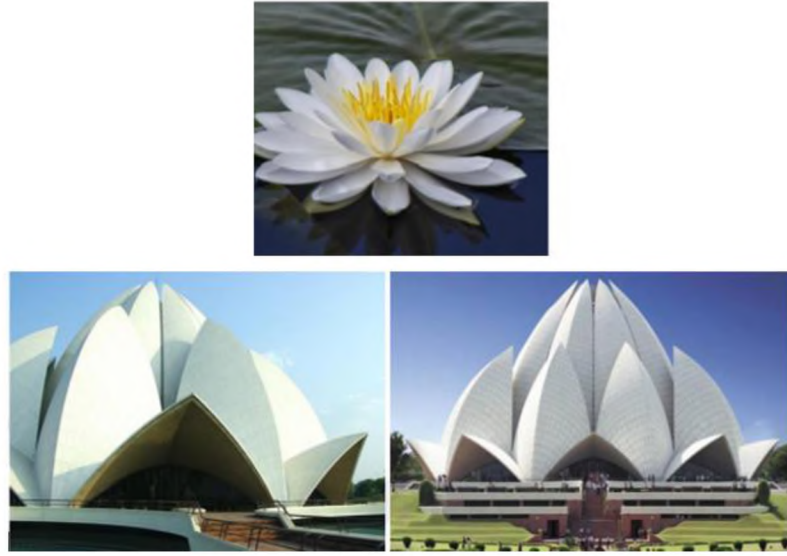
doğadaki organizmaların ve sistemlerin tasarımından esinlenerek insan yapımı ürünler geliştirme sürecidir. Bu yaklaşım aynı zamanda bir felsefi düşünce türü olan doğa felsefesi ile de ilgilidir. Doğa felsefesi, doğanın evrensel yasalarını anlamaya ve açıklamaya çalışır. Biyomimikri, insan yapımı ürünlerin daha sürdürülebilir ve verimli olmasına yardımcı olmak için bu doğal yasaları kullanır. Ancak, biyomimikri ve felsefe arasındaki bağlantı burada bitmiyor. Biyomimikri, felsefi bir yaklaşım olan etik felsefe ile de ilişkilidir. Biyomimikri, doğanın tasarımından ilham alan ürünler geliştirirken, doğanın korunmasına ve sürdürülebilir kalkınmaya kendini adanmıştır. Dolayısıyla biyomimikri etik felsefe ile uyumlu bir yaklaşımdır (Mathews, 2019: 573-580). Mathews, uygulamalar reforme edilmiş bir endüstri temelinde yeniden tasarlanmadığı sürece, yeni düzen tarafından yönlendirilen değerlerin insan merkezli kalacağını savunuyor. Biyomimikrinin, orijinal biyomimetik malzemeleri kullanırken çoklu işlevlerini gerçekleştirmek için mekansal uyum kavramını genişleteceğini öne sürüyor (Mathews, 2019: 580-599). Blok ve Gremmen, biyomimikri kavramına eleştirel bir şekilde odaklanır ve güçlü ve zayıf biyomimikri kavramlarını birbirinden ayırır. Güçlü biyomimikri kavramının gücü, teknolojik yeniliklerimizin etik doğruluğunu yargılamak için doğayı standart olarak kullanması ve zayıflığı ise sorgulanabilir varsayımlarda bulunmasıdır (Blok ve Gremmen, 2016: 203-215). Volstad ve Box, biyomimikrinin indirgemecilik yoluyla veya bütünsel olarak elde edilebileceğini açıklıyor. İndirgemeci bir bakış açısı, biyomimikriyi "biyoteknolojinin" teknoloji/tasarım alanına aktarılması olarak görürken, bütüncül bir bakış açısı, biyomimikriyi ekolojik olarak sürdürülebilir ürünler, yani üretimleri sırasında çevreyi kirliletmeyen ürünler elde etmenin bir ölçüsü olarak görür. Kullanın veya atın. İndirgeyici biyomimikri açıklaması, bu yaklaşımın yalnızca belirli organizmaların veya biyolojik süreçlerin belirli özelliklerini veya işlevlerini taklit etmeye odaklandığını kabul ederek daha da detaylandırılabilir (Volstad ve Boks, 2012: 192-197).

1.6. Biyomimikride Tasarım Süreçleri

Tasarım kavramı üstün yaratıcılık, gayret ve yetenek gerektiren süreçlerdir. Bu süreçleri bir arada bulundurabilmek için birden fazla yöntem vardır. Tasarımın oluşumunda tasarımcı birçok kaynaktan etkilenebilir veya model olarak alabilir. Tasarımcının etkilendiği en önemli kaynaklardan biri olan doğa, tasarımcıyı

etkileyerek tasarımcının üretmek istediği tasarım hakkında yol gösteren bir kaynak olarak kullanılır. Doğa, karşılaştığımız her türlü tasarım probleminin çözüm tekniklerini kendi içinde barındırır. Doğadaki tasarımları incelediğimiz zaman yaratanın eşiz benzerlikte mükemmel bir uyum, denge, düzen ve devamlılık arz edecek şekilde tasarladığını görmüş oluruz. Bundan dolayı doğa tasarımcılar için benzersiz bir kaynaktır. Doğanın eşsiz tasarımlarından ilham alınarak tasarlanan birçok örnek bulunmaktadır. Örneğin, Şekil 1.8’de ki görselde Hindistan’ın Delhi şehrinde bulunan Bahai Tapınağı lotus çiçeğinden esinlenerek tasarlanmıştır. Diğer bir örnek ise Türkiye’nin Konya ilinde bulunan Konya Tropikal Kelebek Bahçesidir. Bu tropikal bahçe kelebek formundan ilham alınarak tasarlanmıştır. Tasarım Şekil 1.9’da gösterilmektedir.

Şekil 1.8. Delhi’deki Bahai Tapınağı



Kaynak: (Tarhan, 2019: 22)

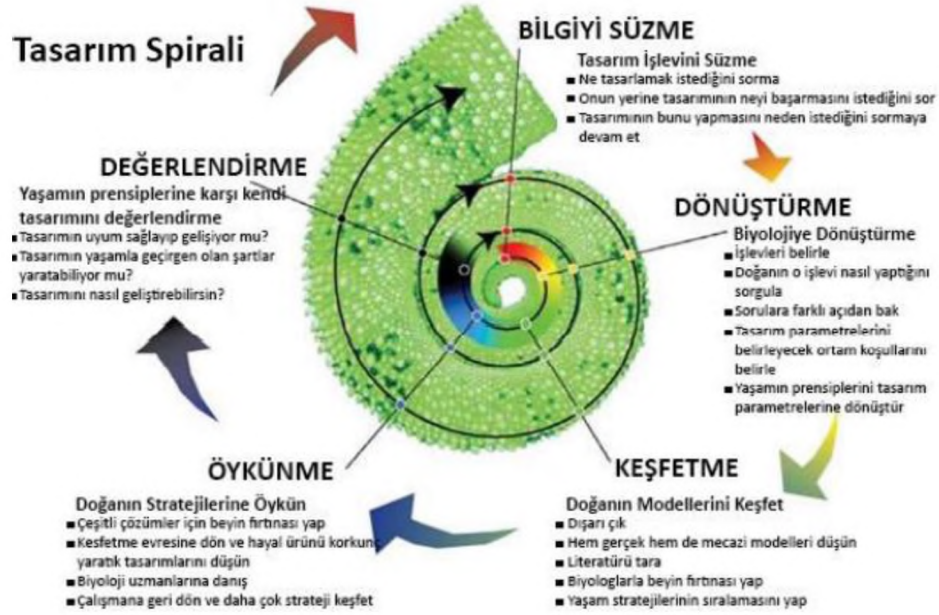
Şekil 1.9. Konya Tropikal Kelebek Bahçesi



Kaynak: (Tarhan, 2019: 45)

Carl Hastrich biyomimikriyi anlama ve tasarım problemlerinin çözümlenebilmesi için bir tasarım spirali oluşturmuştur (Kuday, 2009: 39). Yöneticiler, iş liderleri, mimarlar, mühendisler, tasarımcılar ve diğer meslek grupları biyomimikriyi tasarlayacakları ürün veya sistemlerin daha kalıcı ve yenilikçi çözümler sunması için kullanabilmektedirler. Bu tasarım spiralinin amacı biyomimikriyi öğretmek tasarım yapacak kişilerin veya farklı bir alanda problemlerle karşılaşan kişilerin bu tasarım spiralinin üzerinde çalışarak çözüm yollarını bulması hedeflenmiştir. Bu tasarım spirali tanımlama, dönüştürme, keşfetme, benzetme ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Şekil 1.10'da detaylı bir şekilde gösterilmektedir. Sonucunda ise problemin çözümlenip çözümlenmediğine bakılmaktadır. Eğer problem çözüme ulaşamadıysa döngüye yeniden başlanmaktadır.

Şekil 1.10. Biyomimikri Tasarım Spirali



Kaynak: (McGregor, 2013: 62)

Bilgiyi süzme:

- Çözülmesi gereken problemin bir modelini oluşturma:
 - Tasarım problemini sadeleştirerek temelinde yatan ana sorunu belirlemek.
 - Tasarım kriterlerini belirleyerek modeli parçalara ayırmak.
 - Temel soru neyin tasarlanmak istendiği değil, soruna neyin sebep olduğunun sorusunu sormak.
 - Sorunun hedef kitesinin kimler olduğu ve kimleri ilgilendirdiği sorusunu sormak.
 - Sorunun nerede olduğunu ve çözümün hangi aşamada uygulanması gerektiği sorusunu sormak.

Dönüştürme:

- Doğadan model alınarak sorunların çözülmesi:

- Bu aşamada sorulması gereken soru bizim karşılaştığımız sorunlarla doğa karşılaşırsa nasıl bir çözüm yolu bulurdu sorusunu sormak.
- Doğanın sorun karşısında geliştirdiği çözüm yollarını modelleyerek kendi sorunlarımıza uygulanabilirliğini belirleyerek tasarım kriterlerini belirlemek olacaktır.

Keşfetme:

- Bu aşamada hem doğanın incelenmesi hem de literatür araştırması yapılması gerekmektedir.
 - Doğadaki organizmaların sorunlar karşısında ne tür çözümler ürettiğini detaylı bir biçimde incelemek.
 - Adaptasyon geçiren canlı türlerini incelemek.
 - Uzman kişilere danışmak.
 - Daha önce yapılan araştırmaları incelemek.

Öykünme:

- Bu aşamada doğanın tasarım modellerine göre tasarımcının kendi tasarımına nasıl uygulaması gerektiğini belirlemesi gerekmektedir.
 - Doğanın tasarım modellerini inceleyerek tasarımcı kendi tasarımları için bir kaynak oluşturması gerekmektedir.
 - Model alınan tasarımı, tasarımcı kişisel fikirleriyle sentezleyerek bir model oluşturması gerekmektedir.

Değerlendirme:

- Bu aşama son aşamadır. Bu aşamada artık tüm araştırma ve incelemelerin sonucunda ulaşılan fikirlerin ve belirlenen çözüm tekniklerinin doğanın prensipleri ile uyuşup uyuşmadığının incelenmesini gerektiren bir aşamadır.
 - İlk aşamadan itibaren sorulan soruların cevaplarının doğada bir karşılığının olup olmadığına bakılması.
 - Tasarımı esinlenen model ile karşılaştırma.
 - Gündelik yaşantıya uygulanabilirliğini ölçme.

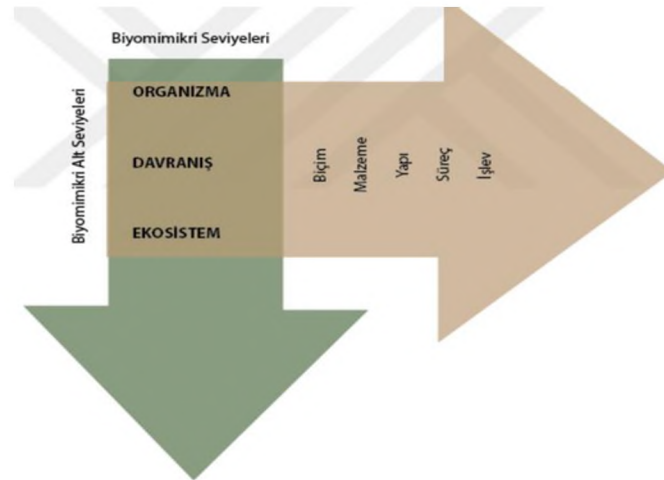
Biyomimikri tasarım spirali, sorunların çözümleri için doğayı kaynak olarak kullanmamız gerektiğini savunur. Bu spiral içerisindeki yöntemleri uygulayarak, kaynak olarak kullandığımız doğanın kendi tasarımlarında ne kadar kusursuz ve muhteşem bir sisteme sahip olduğunu bizlere göstererek bizim de kendi tasarımlarımızda bu muhteşem sistemi modelleme fırsatı sunmaktadır.

1.7. Biyomimikri Seviyeleri

Biyomimikri, bir tasarım süreci olarak temelde iki bölüme ayrılır. İlk bölüm beşerî problemleri tanımlamak ve çözüm yollarını bulmak için doğanın referans olarak alınmasıdır. İkinci bölüm ise canlıların ekosistemlerinde problemler karşısında ne tür çözüm teknikleri ürettiğini incelemektir. Bunun sonucunda ise incelenen çözüm tekniklerini beşerî problemleri çözebilecek şekilde modelleyerek veya dönüştürerek problemlerin çözülmesidir (Zari ve Storey, 2007: 2).

Biyomimikrinin insan hayatına uygulanabilmesi için tasarım ve üretim süreçlerinde model alması gereken üç temel başlık vardır. Bunlar organizma düzeyinde, davranış düzeyinde ve ekosistem düzeyinde biyomimikridir. Şekil 1.11’de de gösterildiği gibi bu üç temel başlığın her birinde doğanın taklit edilebilmesi için beş tane bilinmesi gereken boyut vardır. Bunlar problem çözüm tekniğinin biçim olarak neye benzediği ne tür bir malzeme kullanıldığı, ne ile yapıldığı, nasıl çalıştığı ve nasıl bir biyomimikrik işleve sahip olduğunu gösteren boyutlardır (Zari, 2007: 4).

Şekil 1.11. Biyomimikri Seviyeleri



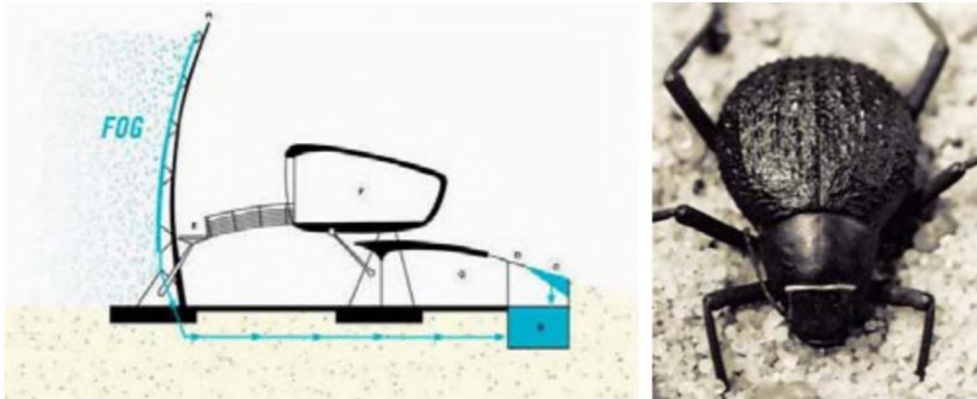
Kaynak: (Özen, 2016: 37)

1.7.1. Organizma düzeyi

Dünyadaki organizmalar milyonlarca yıldır değişim, gelişim ve adaptasyon geçirmektedir. Bu evrim sürecinde ise insanlar kendi yaşamları için doğayı tahrip ederek ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Oluşan bu olumsuz etkilerden dolayı insanoğlu artık kaynakları daha verimli kullanabilmek için yeni arayışlara girerek doğanın sistemlerini incelemeye başlamıştır. Bununla birlikte yaşanan problemleri çözmek için bu değişim, gelişim ve adaptasyon sürecinden yararlanarak doğayı gözlemleyerek ve modellerini referans alarak taklit etmeye çalışmışlardır (Alberti vd., 2003: 1169-1178).

Bir örnek olarak: Namibya çölünde yaşayan bir çöl böceği olan stenocara'nın çölde su toplamak için taklit edilmesi (Garrod vd., 2007: 689-693). Böceğin sırt ve kanat kısmında bulunan pürüzlü yüzeyde hidrofilik – hidrofobik sistemlerini kullanarak vücudunu rüzgara doğru çevirerek çöl üzerinde oluşan sisli havadan nemi yakalayıp pürüzlü yüzeyinde oluşan su damlacıkları ağzına doğru göndererek günlük su ihtiyacını karşılar (Yu vd., 2021: 85-86). KSS Architects'den Matthew Parkes Namibya çöl böceğinin bu özelliğinden ilham alarak Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi projesinde kullanmıştır (Şekil 1.12). Üzerinde hala çalışmalar yapılmaya devam edilen diğer bir konu ise havaalanı pistlerinde oluşan nemin önüne geçmek için kullanılan araç ve gereçlerin nemlenmemesini sağlamak üzere yapılan çalışmalardır (Cıgızoğlu, 2011: 30).

Şekil 1.12. Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi



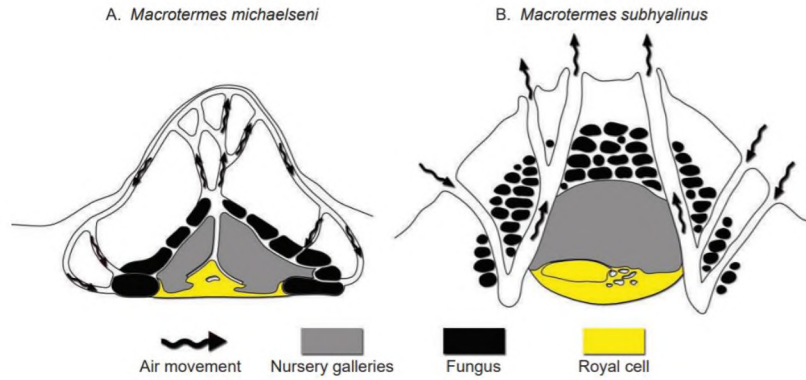
Kaynak: (Cıgızoğlu, 2011: 30)

1.7.2. Davranış düzeyi

Biyomimikri, geçmişten bu günümüze kadar elde ettiğimiz her ne varsa onları tekrardan değerlendiren ve gelecekte de elde edeceğimiz doğayı baz alarak keşfetmediğimiz veya göremediğimiz yönlerini bize anlatan, gösteren ve öğreten yeni bir yoldur. Doğadaki birçok canlı insanlarla benzer çevresel problemlerle karşılaşır ve karşılaştığı bu problemleri hızlı bir şekilde de çözmesi gerekir. Danışman olarak doğanın alınması davranış düzeyinde biyomimikride taklit edilen canlının kendisi değil, davranış biçimidir (Zari, 2007: 5-6).

Bir örnek olarak: Termitlerin içgüdüsel olarak tasarladığı klimalı kulelerini verebiliriz. Termit kuleleri organizma davranışlarının insanların temel problemlerini doğayı modelleyerek nasıl çözebileceğini gösteren güzel bir örnektir. Termitlerin görme duyuları yoktur ancak buna rağmen kulelerini muhteşem bir işçilikle inşa ederler. Termitler gündüz 40°C, gece 1°C olan havanın kendi kulelerinin içerisindeki ısıyı 30°C tutmalıdır (Tekin ve Kurugöl, 2011: 948).

Şekil 1.13. Termit Yuvaları



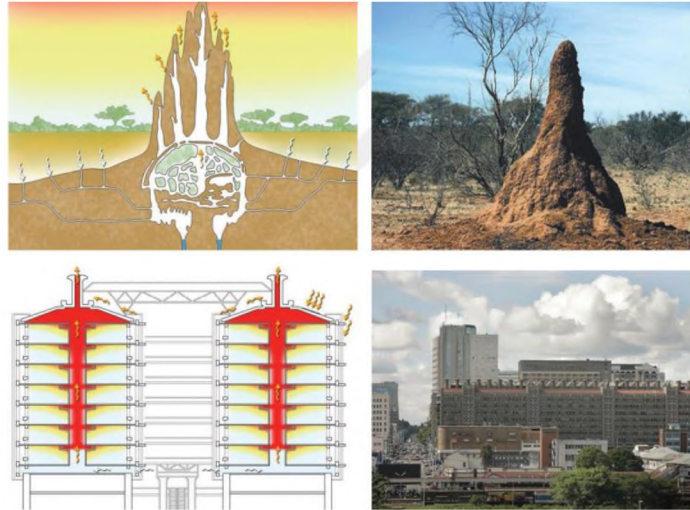
Kaynak: (Spaho, 2011: 7)

Termitler kulelerini buldukları bölgenin iklim şartlarına göre tasarlarlar (Şekil 1.13). Temel amaçları ördükleri yüksek duvarlarla kulelerinin havalandırma sistemini ve kule içerisindeki sıcaklık ve nemin sabit tutulmasıdır. Harika bir işçilik sergileyen termitler kulelerin zeminlerinde su kanalları açar ve böylelikle sıcak ve kurak hava şartlarından korunurlar. Termitler kulelerinin içerisindeki hava akımını kontrol etmek için kulelerin içine yapılmış belirli delikleri açıp kapatırlar. Termitler

sıcak ve soğuk hava dengesini ayarlamak için sırayla delikleri açar ve eski delikleri kapatırlar.

Mimar Mick Pearce günümüzdeki devasa boyutta büyük ve karmaşık yapıların ısıtılması veya soğutulması sorununu çözmek için termit kulelerini incelemiştir. Termitlerin iç güdusel davranışlarıyla inşa ettiği kuleleri modelleyerek Zimbabwe'nin Hare kentinde Eastgate Center binası termit yapılarını modelleyerek ekolojik bir bina tasarlamıştır (Şekil 1.14). Estgate Center, biyomimikri prensiplerine uygun bir mimari yapıya sahiptir. Binanın alışılmış ısıtma ve soğutma sistemi ile değil termitlerin kendilerine has havalandırma sistemleri kullanılarak inşa edilmiştir. Eastgate Center'in havalandırma sorununu çözülerek hem enerji tasarrufu elde edilmiş hemde çevreye zararı minimum düzeye indirilmiştir (Maglic, 2012: 23).

Şekil 1. 14. Termit Yuvaları ve Eastgate Center Projesi



Kaynak: (Spaho, 2011: 3-5)

1.7.3. Ekosistem seviyesi

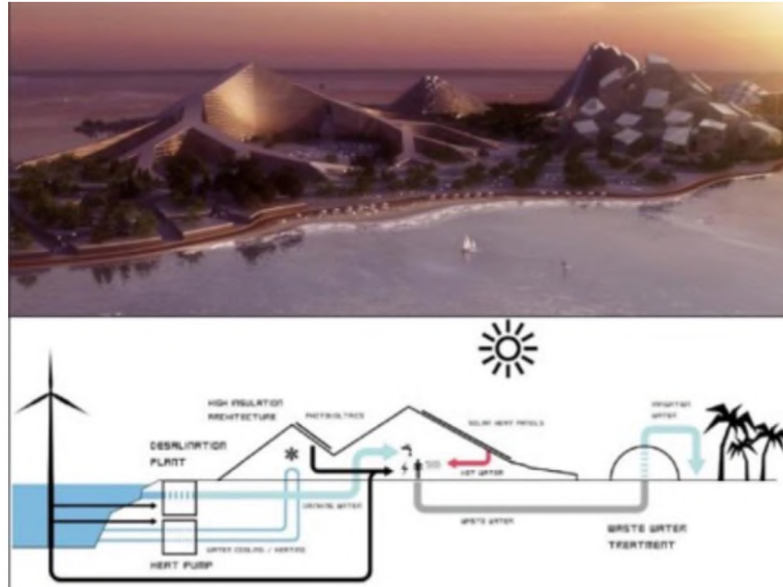
Biyomimikri, yenilik standartlarını ekolojik sistemi ölçüt olarak belirler. Sürekli değişim halinde olan doğa 3.8 milyar yıllık bir bilgiye sahip ve bunun sonucunda da doğadaki işleyişin nasıl ilerlediğinin ve ne kadar zaman içerisinde gerçekleşebileceğini öğrenmiştir (Yılmaz, 2021: 10).

Benyus (1998) ve Vincet'e (2007) göre ekosistemlerin taklit edilmesi biyomimikrinin en özelliğidir (El Ahmar, 2011: 19). Buna göre tasarım aşamasında

organizmaların değil ekolojik sistemin doğal süreçlerini modelleyerek sürdürülebilirliği artırmanın yolları aranır.

Bir örnek olarak: Azerbaycan da tasarlanan Zira Adasıdır (Zira Island). Zira Adası (Zira Island) BIG Architects ve Ramboll mühendisliğin tasarladığı kendi ihtiyaçlarını doğal enerji kaynaklarını kullanarak karşılayan sürdürülebilir bir projedir (Şekil 1.15). Bu ada projesi ile Kafkas bölgesinin tükettiği enerjinin hemen hemen aynısını doğal enerji kaynakları olan güneş, rüzgâr ve suyu etkin bir şekilde kullanarak geri üretmek üzere tasarlanmıştır (Uluslararası Yeni Şehir Enstitüsü (INTI), 2021).

Şekil 1.15. Zira Adası (Zira Island)

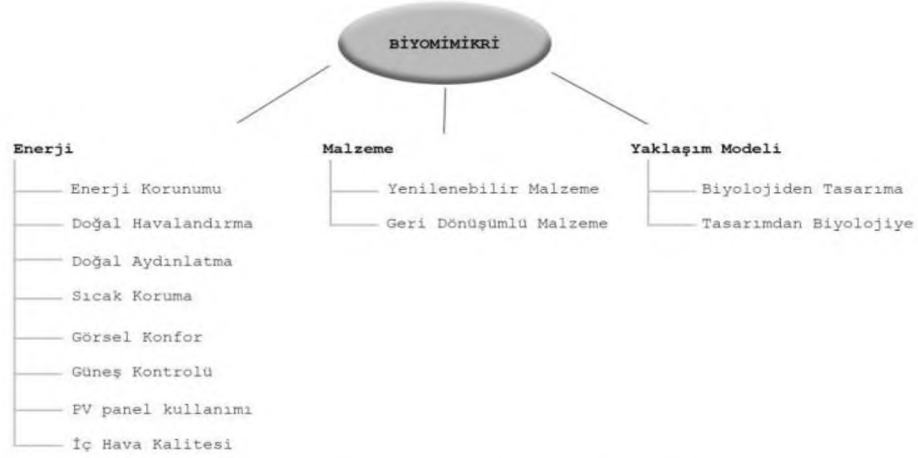


Kaynak: (Abbaslı ve Selçuk, 2016: 45).

1.8. Biyomimikrinin Önemi

Biyomimikrinin temel yapı taşı sürdürülebilir olmasıdır. Biyomimikri yaşamın prensiplerini takip ederek insanların doğadan hangi şekilde yararlanması gerektiğini anlatır. Bizlere inşa ettiğimiz veya yeniden inşa edeceğimiz tüm bileşenleri doğayı modelleyerek insan yaşamına uyum sağlayacak şekilde ürün ve süreçler üretmemizi hedefler. Şekil 1.16' da gösterilmiştir.

Şekil 1.16. Biyomimikri Tasarımında Dikkat Edilmesi Gerekenler



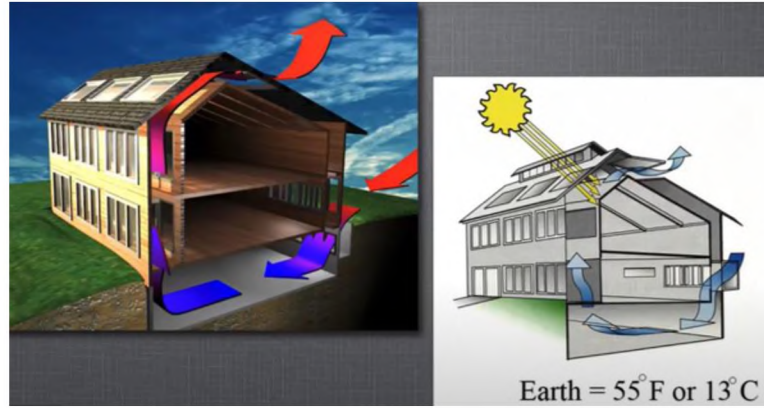
Kaynak: (The Biomimicry Process, 2023)

Özellikle son yıllarda karşımıza sürekli olarak çıkan enerji tasarrufu projelerini görmekteyiz. Enerji kıtlığı sebebi ile enerji kullanımını minimize ederek yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Geliştirilen sistemler veya projeler enerji tüketimi konusunda en az enerji ile en fazla verimlilik alınması üzerine planlanarak tasarlanmaktadır. Biyomimikri ise doğanın aslında bu konuda ne kadar profesyonel bir sistemle çalıştığını bize gösterir.

Örneğin:

Dünya, güneş sisteminin enerjisini kullanarak bu enerjiyi depolayabilme veya aktarabilme yeteneğine sahiptir. Şekil 1.17’de gösterilen Enertia Bina Sistemleri bundan ilham alarak inşa ettikleri binaları yenilenebilir enerji ile tasarlamışlardır. Binaların en önemli özellikleri elektrik veya yakıt kullanmadan ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılayabilmesidir. Binalar tamamen doğal araç ve gereçlerle üretilmiştir. Binanın çevresi ve duvarlarının içerisinde gezinen küçük bir yaşam alanı inşa edecek şekilde planlanmıştır. Bu sistem bize doğanın daha az maliyetle yüksek kalite ve verimli enerji üretiminin nasıl gerçekleştirdiğini biyomimikri alanıyla göstermektedir (Temperature Regulating House Building System Inspired by Earth — Innovation - AskNature, 2021).

Şekil 1.17. Enertia Bina Sistemi



Kaynak: (Ask Nature, 2021)

Biyomimikri tüm işletme süreçlerinde kullanılan malzeme, zaman ve enerji tüketimini minimum seviyelere indirir. Doğada bulunan bütün canlıların işlevselliklerini inceleyerek ve bu işlevsellikleri modelleyerek gerekli olan tüm işletme alanlarında minimum seviyede malzeme tüketimi, zaman tüketimi ve minimum enerji tüketimi ile yüksek verimlilik elde edilebilir. Doğanın problem çözme tekniklerini inceleyerek elde edilen kaynaklar doğrultusunda problemlerimizi etkili ve verimli bir şekilde çözebiliriz. Örneğin: Güneş enerjisi veya ışınlarını minimum maliyetle ısınma ve yön bulma gibi amaçlarla kullanılması. Araçların engebeli yollarda oluşan sarsıntılarının sonucunda maliyetsiz enerji elde etmeleri (Özözer ve Rakıcı, 2020: 24).

Günümüzün en büyük problemi haline gelen atıklar geri dönüşüm projeleri ile tekrardan kazandırılmaya çalışılıyor. Ancak geri dönüşüm projelerinin ilham alındığı sistem de doğadır. Doğa ihtiyaç duyduğu her şeyi kendi üretir ve tekrardan geri dönüştürür (Karabetça, 2021: 343). Benzersiz bir atık sistemine sahip olan doğa, sıfır atık prensibiyle çalışır. Örneğin ormanın tabanındaki humusun miktarı arttıkça daha fazla su depoluyor olabilmesi (Wohlleben, 2018: 108). Biyomimikri ise atığı yeniden tanımlar ve ortadan kaldırır. Şirketlerde tıpkı doğadaki gibi kaynaklarını verimli bir şekilde kullanarak gereksiz atıklarını doğadaki atık sistemini modelleyerek çeşitli birimlerinde bu sistemleri kullanarak maksimum kar elde edebilirler.

Biyomimikri inovatif ve çok boyutlu bir tutum sergiler. Biyomimikrinin inovasyon temelli olması firmaların rekabet ortamında piyasaya tutunabilmeleri için önemli bir sebeptir. Bu nedenle firmaların yeni fikirler ve yeni fırsatlar yakalamasına

yardımcı olabilir. Biyomimikri var olan bir sistemi dönüştürebilir, iyileştirebilir veya yepyeni bir sistem geliştirebilmemiz için bize ilham kaynağı olabilir. Örneğin: Biyomimikri, mimari ve bilimsel mesleklerin yanı sıra halı şirketi Interface, küresel mimarlar HOK, Proctor & Gamble ve Nike gibi büyük uluslararası şirketlerinde artık inovasyon için biyomimikriyi kullanıyor olması (Hargroves ve Smith, 2006: 27).

1.9. Biyomimikrinin Hedefleri

Biyomimikri, inovatif ürünler, süreçler ve politikalar geliştirerek sürdürülebilir bir hayat yaşayabilme konusunda bize yardımcı olmayı hedefler. Doğanın tasarım prensiplerini ve kaynaklarını taklit ederek veya modelleyerek dünyadaki yaşantımızı daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde devam ettirebilmemiz için biyomimikri biliminden yardım alabiliriz. Biyomimikri şu konularda ilerlememizi hedeflemektedir (Akgöze, 2015):

- Sürdürülebilirlik
- Performans iyileştirme
- Enerji Korunumu
- Maliyetleri azaltma
- “Çöp” kavramını yok etmek ve yeniden tanımlamak

1.9.1. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kavramı son yıllarda en çok karşımıza çıkan kavramlardan bir tanesi haline gelmiştir. Sürdürülebilir düşünceler ve tasarımlar, dünyamızın artık ortak değeri halindedir.

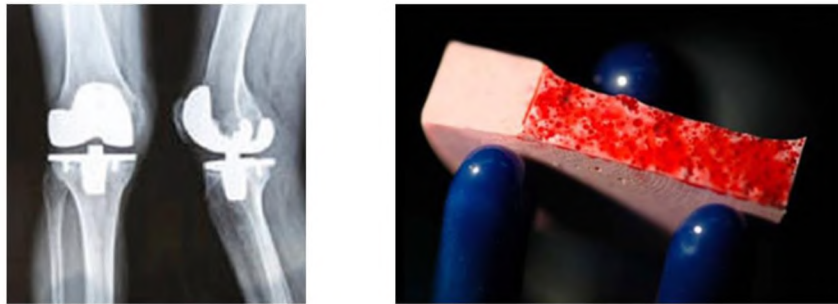
Sürdürülebilirlik kavramının literatürde farklı tanımları bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı var olan kaynakların sürekli tüketimini veya kaynakları tahrip ederek kullanmanın önüne geçmeyi hedefler. Sürdürülebilirlik doğayı koruyarak insanlar için faydalı, yaratıcı model ve sistemler sunarak sadece tüketim odaklı olmayı değil yenilenebilir ve düşük maliyetli üretim gerçekleştirmeyi de sunar. Sürdürülebilirlik hem çevre hem toplum hem de işletmeler için uzun vadede fayda sağlar (Turhan vd., 2018: 3).

1987 yılında Brundtland Komisyonu (Brundtland Commission) tarafından yayınlanan Brundtland Raporunda sürdürülebilirlik kavramı, insanların ihtiyaçlarını karşılayan toplumsal ve ekonomik kalkınmayı sürdürülebilirlik çerçevesinde planlayan ve çevreyi koruyarak yaşam standartlarını yükseltmenin yöntemidir (Aydın, 2017: 2-7).

Biyomimikrinin temelinde bulunan sürdürülebilirlik prensibi ile tüm sorularımızın cevabını bulabiliriz. Biyomimikri, yaşam prensiplerini taklit ederek kolaydan zora doğru ilerler. Enerjiyi ve maliyeti minimize ederek çevre dostu malzemeler kullanmamızı sağlar. Bunun sonucunda ise geliştirdiğimiz ürün ve süreçlerin doğaya uyumlu olmasını sağlayarak sürdürülebilir bir dünyada yaşamamıza yardımcı olur.

Örneğin; canlılarda bir organizmanın zarar görmesi halinde doğal olarak kendiliğinden iyileştiği bilinmektedir. Kendi kendini onarabilen yapı veya sistemler sürdürülebilirlik için önemli bir faktördür çünkü hem maliyet düşer hem de dayanıklılık artar. Kemiğin kırılması veya çatlaması halinde kendi kendini iyileştirerek oluşan zararı ortadan kaldırması yapı malzeme sistemleri için harika bir fikir olmuştur Şekil 1.18’de gösterilmiştir. Bu sistem taklit edilerek sentetik malzeme üretiminde kullanılmış ve kendi kendini iyileştirebilen bir polimer geliştirilmiştir (Vierra, 2016).

Şekil 1.18. Kendini İyileştirebilen Sistemlerden Esinlenen Kendi Kendini Onarabilen Polimerik Yapı Malzemesi



Kaynak: (Vierra, 2016)

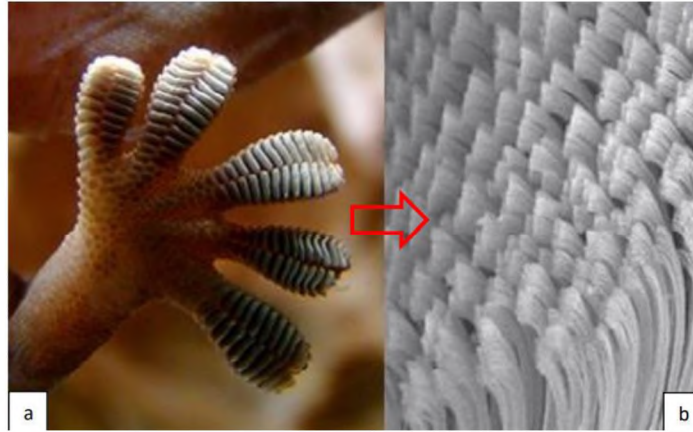
1.9.2. Performans iyileştirme

Doğa 3.8 milyar yıldır kusursuz bir şekilde işleyen prensip ve stratejilere sahiptir. Doğada var olan herhangi bir canlı sürekli işleyen sistemde başarısız olur veya

uyum sağlayamazsa yok olur. Biyomimikri ise bu kusursuz sistemi anlamamız ve öğrenmemizi sağlayarak kendi ürün ve stratejilerimizi geliştirmemizi hedefler (Akgöze, 2015).

Örneğin; Geko (Geico) kertenkelesinin parmaklarındaki özelliklerden esinlenerek tekstil, teknoloji gibi endüstrilerde yeni ürünler geliştirilmesi hedeflenmektedir Şekil 1.19'da gösterilmiştir. Geko kertenkelesinin her bir parmağının altında, en pürüzsüz yüzeylerde dahil olmak üzere tüm yüzeylere düşmeden tırmanmasına destek olan kıllar vardır. Nike firması bu havyanın parmaklarındaki özelliklerini modelleyerek bir dağcı ayakkabısı üretmiştir (Altun, 2019: 128-130).Yine Gekodan esinlenerek her türlü yüzeyde sabit bir biçimde durabilecek kumaşların üretilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Diğer bir yapılan çalışmada teknoloji alanında yapılmaktadır, robotların engebeli ve dik yüzeylere kolayca tırmanabilme, tutunabilme gibi özelliklerinin geliştirilebilmesi için çalışmalar yapılmaktadır (Akgöze, 2015).

Şekil 1.19. a) Geko Kertenkelesi, b) Kumaşlar



Kaynak: (Akgöze, 2015)

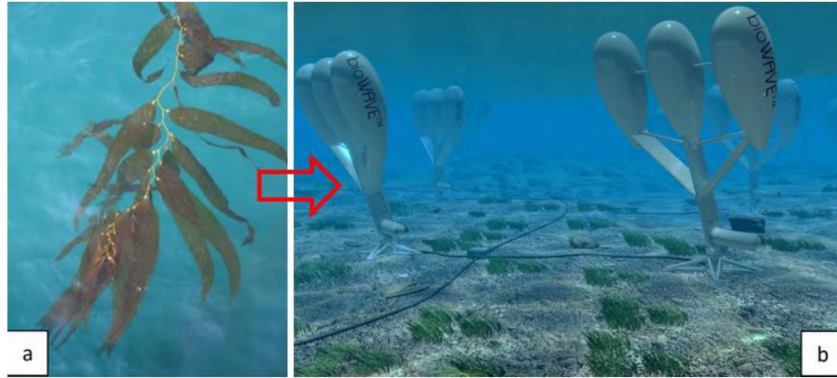
1.9.3. Enerji korunumu

Enerji kaynaklarının verimli kullanılması günümüzde büyük bir öneme sahiptir. Düşük enerji kullanımı ile yüksek verimlilik elde edilmeye çalışılmaktadır. Enerjinin verimli kullanılabilmesi için doğadaki canlıların enerjilerini nasıl kullandıkları ve enerjiyi nasıl yönettikleri önemlidir. Doğaya bakıldığında zaman bitkilerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için güneş ışığından faydalandığı görülür,

hayvanlar ise avlanarak veya bitkileri tüketerek enerji elde ederler. Ekosistemde bulunan her canlı hayatta kalabilmek için bir enerjiye ihtiyaç duyar bundan dolayı harika sistemler ve modeller geliştirilerek enerji iyi bir şekilde yönetirler (Keskin, 2019: 12-14).

Örneğin okyanus ve denizlerdeki dalgaların elektrik enerjisi olarak kullanılması hem enerji verimliliği açısından hem de sürdürülebilirlik açısından büyük bir önem taşımaktadır. Okyanuslarda bulunan BioWawe deniz bitkilerinin dalga sırasındaki hareketlerini modelleyerek okyanus altında dalga hareketini hidrolik basınca dönüştürerek elektrik üreten bir teknoloji geliştirilmiştir (Resilient Wave Energy Technology Inspired by Underwater Flora — Innovation — AskNature, 2021). Şekil 1.20' de gösterilmiştir.

Şekil 1.20. a) Deniz Bitkileri, b) BioWawe



Kaynak: (Resilient Wave Energy Technology Inspired by Underwater Flora — Innovation — AskNature, 2021)

1.9.4. Maliyetleri azaltma

Günümüzde doğanın insanlar tarafından aşırı tahribata uğramasıyla hammadde kıtlığı yaşanmaktadır. Bundan dolayı işletmeler hem kar elde edebilmek hem de maliyetler azaltabilmek için farklı stratejiler geliştirmeye odaklanmışlardır. Doğa kendinde olan maddeleri ihtiyaç duyduğu şekilde dönüştürerek maliyetlerini düşürür. Doğanın maliyet stratejilerini nasıl inşa ettiğini öğrenerek bizde bunu kendi amaçlarımız doğrultusunda modelleyebiliriz.

Örneğin; İskoç çamının dallarından ilham alınarak geliştirilen bir bisiklet parçası olan demonte bağlantı elemanı tasarlanmıştır. Tasarım Şekil 1.21'de

gösterilmiştir. Bisiklet parçasının gövde içerisinde maruz kaldığı yükten dolayı hasar görmesi maliyetlerin artmasına sebep olmaktadır. Oluşan bu hasarın çözülmesi için biyomimikrinin çözüm önerilerinden yararlanılmıştır. İskoç çamının dallarının modellenmesi sonucunda minimum ağırlık/maksimum dayanıklılık elde edilmiştir. Geliştirilen bu ürün üç boyutlu yazıcı ile üretilerek malzeme kullanımını minimum düzeye indirmiştir (Bozbuğa vd., 2019: 7-8).

Şekil 1.21. Biyomimetik Çözüm Öneri Olarak “İskoç Çamı” ve Dal Formlarının Parça Üzerinde Uyarlanması



Kaynak: (Bozbuğa vd., 2019: 7)

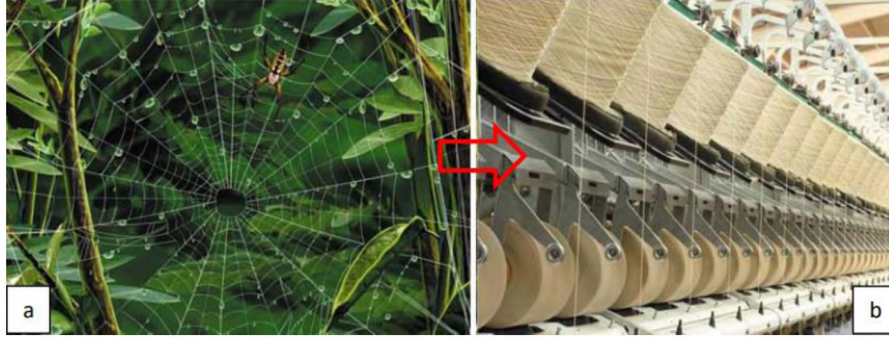
1.9.5. “Çöp” kavramını yok etmek ve yeniden tanımlamak

Doğa, sıfır atık prensipleri ile çalışır. Bir canlının atığını diğer bir canlının ihtiyaç duyduğu besin kaynağı olarak geri dönüştürebilir. Doğanın bu prensibi günümüzün en büyük sorunu haline gelen atıkların ortadan kaldırılması için harika bir yol haritası olabilir. Doğanın sıfır atık sistemini modelleyerek tasarım ve diğer tüm süreçlere uygulayarak gereksiz atık oluşumu engellenebilir.

Doğada var olan birçok böcek ipek üretebilir ancak örümceklerin ürettiği ipek diğer böceklerin ürettiği ipektен daha farklıdır. Bu farklılığı inceleyen bilim adamlarının araştırmalarına göre örümceğin ürettiği ipek yeryüzünde bulunan en sağlam ipektir. Bununla birlikte örümceklerin ürettiği ipek ipliği çelik tellerden daha sağlam, esneklik oranının diğer ipek ipliklerine göre daha fazla olduğudur. Bu ipliği koparabilmek için gerekli olan güç diğer ki biyolojik malzemeleri koparabilmek için gerekli olan güçten on kat daha fazla gücün uygulanması gerektiğidir. Örümceğin diğer önemli özelliği ise ürettiği ipliği geri dönüştürebilmesidir. Örümcek ördüğü ağda

bir bozulma meydana geldiği zaman ürettiği ipi tekrara yiyerek yeniden üretir. Şekil 1.22.'de gösterilmiştir. Örümceklerin bu davranışını modelleyerek tekrar kullanılabilir iplikler üretilebilir ve aynı zamanda da çöp kavramını yok edip yeniden tanımlanması için ilham kaynağı olabilir (Keskin, 2019: 15).

Şekil 1.22. a) Örümcek Ağı, b) İplik Üretim



Kaynak: (Keskin, 2019: 16)

1.9.6. Biyomimikriyi etkileyen bilimler ve tasarım yaklaşımları

Biyomimikri neredeyse tüm alanları kapsayabilecek bir bilim dalıdır. İnsanoğlu ilk çağlardan itibaren doğayı taklit ederek hayatlarını sürdürmeye çalışmışlardır. Bu taklit etme davranışının adı günümüzde biyomimikri olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyomimikri adını vermeden önce kullanılan yöntemler basit bir taklit etme davranışından ibaretken günümüzde biyomimikri detaylı araştırma geliştirmeye artık doğadaki davranışları taklit etmenin ötesine geçmiştir. Bu bölümde biyomimikriyi etkileyen bilim dalları ve tasarım yaklaşımları ele alınacaktır.

1.9.7. Biyomimikriyi etkileyen bazı bilim dalları

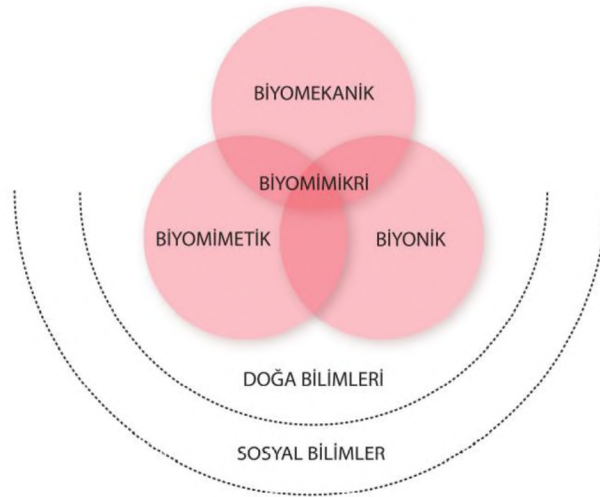
Biyomimikri temelinde biyoloji alanıyla ilişkilidir. Biyoloji bilimi canlıların özelliklerini keşfederek elde ettikleri her türlü bilgi ile biyomimikrinin alt yapısını oluşturmaktadır. Doğanın tüm ayrıntılarını bulmaya çalışan biyologlar biyomimikrinin veri tabanını yaptıkları araştırmalarla geliştirmeye çalışmaktadırlar. Biyoloji biliminin içinde bulunan her çeşit alan biyomimikri için fayda sağlamakta ve ulaşılan bilgiler sonucunda çeşitli tasarımlar yapılmaktadır.

Biyomimikriye fayda sağlayan diğer bir bilim dalı ise kimyadır. Kimya bilimi organizmaların dokularını ve onların üretmiş olduğu malzemelerin içeriklerini taklit

ederek üretilebilmesi için biyomimikriye fayda sağlamaktadır. Biyomimikriye katkı sağlayan bir diğer bilim dalı ise sosyal bilimlerdir. Sosyal bilimler biyomimikri kavramının araştırılıp geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir.

Biyomimikri literatüre ilk girdiği zamandan itibaren tasarımlar için önemli kaynaklardan biri olmuştur. Biyomimikri farklı disiplinlerde de varlığını göstermektedir. 17. ve 19. yüzyılda teknolojinin artık daha ön planda olduğu yıllarda biyometrik, bionik ve biyomekanik disiplinleri ortaya çıkmıştır. Birbirinden farklı yönlerde gelişim gösteren bu disiplinler ortak bir amaç üzerinde toplanıp birbirlerini beslemektedirler. Şekil 1.23’de gösterildiği gibi Biyometrik, bionik ve biyomekanik disiplinleri, biyomimikri kavramının bir tasarım gerçekleştirebilmesi için yararlandığı disiplinlerdir (Kuday, 2009: 16).

Şekil 1.23. Biyomimikriyi Etkileyen Bilim Dalları



Kaynak: (Kuday, 2009: 16)

1.9.7.1. Biyomekanik

Biyomekanik, canlı fonksiyonlarının anatomik prensiplerinin araştırıldığı bir bilim dalıdır. Aynı zamanda da bu prensipleri yapay mekanizmalara uygulanmasını sağlayan bilimdir. Biyomekanik ve mühendislik biliminin ortak çalışmalarıyla günümüzde moleküler yapıdan, dokuya, organa veya bir organizmaya kadar büyük bir alana etki eden çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Gök ve Gök, 2020: 22).

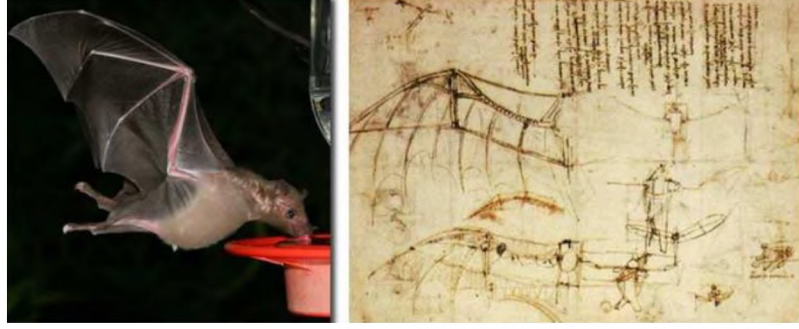
Tarihte ilk kez robotik ve sibernetik bilimi alanında çalışmalar yapan kişi Müslüman bilim adamı El Cezeri olarak kabul edilmektedir. El Cezeri'nin tasarladığı otomatik makineler günümüzün mekanik ve sibernetik bilim dallarının temelini oluşturmaktadır. Leonardo da Vinci'nin ise tasarımlarını gerçekleştirirken El Cezeri'nin tasarımlarından ilham aldığı düşünülmektedir (Çırak ve Yörük, 2016: 179-180). El Cezeri robotik bilim tarihinin ilk robotu olduğu tahmin edilen kendi kendine birkaç hareket yapabilen otomatik sistemle çalışan bir robot tasarlayarak Artuklu hükümdarına sunmuştur (Korkutata ve Toprak, 2013: 41).

Leonardo da Vinci, yarasaların uçuş sistemlerini inceleyerek uçuş makinesi tasarlamıştır. Ancak bulunduğu dönemin şartları tasarladığı makinenin yapılabilmesi için yeterli olmadığından başarılı olamamıştır.

Yarasaların uçuşları hakkında belgesel çeken National Geographic Channel'in "Superbat" belgeselinde Leonardo da Vinci'nin yarasalar hakkında yazdığı notları şu şekilde aktarmıştır:

"Bu canlının kanatları, uçuş için çok önemli olan bazı benzersiz özelliklere sahiptir. Bu özellikler, gelecekte daha verimli ve etkili uçuş makineleri yapmak isteyen sanatçılar için ilham kaynağı olabilir. Canlı, çok ince ve esnek kanatlara sahiptir. Kanat zarı, özel kas lifleri ile kontrol edilir. Bu liflerin sertliği, kanat şeklini ve dolayısıyla uçuş performansını kontrol eder. Kanadın büyük kısmı kontrol görevi görür. Zar, hava geçirmezdir. Bu, kanat şeklinin bozulmasını önleyerek uçuş stabilitesini artırır. Eklemlerde manevra sağlayıcılar bulunur. Bu sağlayıcılar, uçağın yönünü ve yüksekliğini değiştirmesine olanak tanır. Kanat kemikleri çok incedir. Bu, kanatların ağırlığını azaltarak uçuş verimliliğini artırır." Şekil 1.24'de gösterilmiştir. (Kuday, 2009: 18).

Şekil 1.24. Yarasa ve Leonardo da Vinci'nin Yarasa Kanadı Üzerine Çalışması



Kaynak: (Kuday, 2009: 18)

1.9.7.2. Biyomimetik

Biyomimikri ve biyomimetik; bio: yaşam ve mimesis: taklit anlamına gelen sözcüklerden türetilmiştir. Bu iki kavramın her ne kadar aynı olduğu düşünülse de aralarında farklar vardır. Biyomimikri doğadaki modelleri ilham alarak tasarım fikirleri sunarken, biyomimetik bu tasarım fikirlerini uygulayan alandır (Sevencan, 2020: 103).

İngiltere de bulunan Reading Üniversitesi, Biyomimetik bölümü başkanı Prof. George Jeronimidis biyomimetik alanı hakkında şu şekilde bir açıklama yapmıştır (Kuday, 2009: 19):

“Biyomimetik, teknik çözümler için biyolojiye bakmaktır. Doğadaki iyi bir tasarımı kopyalamak, karşılaştığımız çok büyük sorunlara çözümleri doğada aramaktır.”

Biyomimetik alanı için verilebilecek en güzel örnek velcro (cırt cırt) bant örneğidir. 1941 yılında İsviçreli mucit Geroge Mestral köpeğiyle birlikte yürüyüş yaptıktan sonra köpeğinin tüylerine yapışan otları fark edip incelemesiyle velcro (cırt cırt) bantını icat etmiştir Şekil 1.25’de gösterilmiştir. İsviçreli mucit dulavrat otuna benzer davranışları sergileyen özellikte bir bant icat ederek günlük hayatta tüm alanlarda kullanılabilir bir bant geliştirmiştir (Hooked on Innovation, 2019). Geliştirilen bu bant özellikle tekstil endüstrisinde ve uzay araçlarının iç tasarımında kullanılmaktadır.

Şekil 1.25. Dulavrat Otu ve Velcro Bantı



Kaynak: (Özgür, 2020: 41)

1.9.7.3. Biyonik

Biyonik kavramı, doğada var olan canlıların özelliklerini ve sistemlerini inceleyerek, araştırarak elde edilen sonuçlarla modern mühendislik ve teknolojilerinde geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Biyonik kavramı Amerikalı asker Jack E. Steele tarafından 1958 yılında icat edilmiştir. Biyonik terimi ilk olarak 1960'lı yıllarda Amerika da düzenlenen biyonik konulu bir seminerle birlikte daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Biyonik kavramı bilim adamlarının çalışmalarını genişletmesine de fayda sağlamıştır (Chiu ve Chiou, 2009: 3626).

Örneğin biyonik kavramı için Daimler Chrysler'in kutu balığından ilham alarak tasarladığı biyonik otomobili (bionic car) verebiliriz. Şekil 1.26'da tasarımlar gösterilmiştir. Daimler Chrysler otomobilin tasarım sürecini parçalara ayırarak problemi gidermeye çalışmışlardır. İlk adımda yaşanan problemler tanımlanmış daha sonra bunun doğadaki karşılığı incelenerek sandık balığı model olarak alınmıştır. Sandık balığı havanın hareketiyle birlikte oluşturduğu kutuyu andıran şekliyle esinlenerek tasarlanan otomobilin yakıt tüketiminden tasarruf edilmiştir (Zari, 2007: 2).

Şekil 1.26. Sandık Balığı ve Biyomimik Otomobil Tasarım Süreci



Kaynak: (Zari, 2007: 2)

1.10. Bir İnovasyon Sistemi Olarak Biyomimikri

Biyomimikri literatürde üç adımda tanımlanmıştır; birinci adım işlevi taklit etmek, ikincisi doğada gerçekleşen süreçleri taklit etmek ve üçüncüsü de doğadaki sistemleri taklit etmektir (Kenny vd., 2012: 6). Biyomimikrinin bu üç adımının uygulanması ile inovatif ürünler veya süreçlerin ortaya çıkarılması mümkün olabilmektedir.

Biyomimikri kavramı, doğadan ilham alarak; doğanın formlarını, süreçlerini, sistemlerini, döngülerini model alarak bizlere doğanın tüm bilinmeyenlerini öğreterek problemlerimize yeni çözüm önerileri bulmamıza yardımcı olur. Biyomimikri tamamen yenilikçi kavramlardan oluşmaktadır. Yeni inovatif süreçler, yenilikçi tasarımlar, sürdürülebilir ürünler veya fikirler üretmemizi sağlar. Doğa tamamen sürdürülebilirlik üzerine inşa edilmiştir ve bu konuda da oldukça tecrübelidir. Örneğin doğada bir ağaçtan düşen yaprak yerdeki canlılar için zengin bir besin kaynağıdır (Karabetça ve Mimar, 2015: 2) Sorunsuz bir şekilde işleyen bu harika süreç birçok canlının hayatta kalmasını sağlarken, bilim insanlarının çalışmaları içinde sonsuz ilham kaynağı olmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı günümüzde giderek önemli bir hal almaktadır. İnsanların artan istek ve ihtiyaçları doğrultusunda fazlalaşan üretim, şirketleri kar bazında doyursa da çevreyi nasıl etkilediği konusunda düşündürmektedir. İşletmelerin aşırı üretimden kaynaklı oluşan problem karşısında kirliliği azaltan ve sürdürülebilir ürünler üretebilmek için yönünü inovasyona doğru çevirmişleridir. Bu hareketle birlikte üretimde sürdürülebilir malzeme kullanımının artırılması ve enerji verimliliğinin de artırılarak verimli ve sürdürülebilir özellikte ürünler geliştirmeye odaklanmışlardır (Albino vd., 2009: 83). Bu inovasyon hareketi işletmelere hem

sürdürülebilirlik hem de rekabet avantajı sağlayarak yeni fırsatlar yaratmaktadır. Çevresel faktörleri dikkate alarak gerçekleştirilen üretimler sürdürülebilir inovasyonları destekleyerek yeni bir kavram olan ekotasarımın ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Ekotasarım sürdürülebilir iş ilişkileri, akıllı üretim, faydalı tasarım ve çözüm odaklı sistemler içeren bir kavramdır. Ekotasarım var olan üretim şeklini değiştirerek, iyileştirerek veya yeni ürün geliştirme yöntemleri sunarak çevreye verilen zararını minimuma indirmeyi hedefler (Karlsson ve Luttrupp, 2006: 1291).

Ekotasarım biyomimikriden ilham alarak çözümler üretir. Biyomimikri sürdürülebilir inovasyon için önemli bir kaynaktır. Ekotasarım kaynakları verimli kullanarak doğanın içindeki stratejik hamleleri inceleyip modelleyerek inovasyon sistemlerine entegre eder.

Örneğin Japonya'nın Sinkansen Hızlı Treninin tasarımını biyomimikriden etkilenecek tasarlanan inovatif bir örnektir. İlk tasarlandığında saatte 200 mil hızla gidebilen tren, tünellerden geçerken hava basıncının oluşmasına sebep olduğu görülüyor ayrıca tünelden çıkış esnasında yüksek seviyelerde ses patlamasına da sebep oluyordu. Bu problemler hem maliyetli oluyor hem de çevreye rahatsızlık veriyordu. Bu sorunların çözülebilmesi için biyomimikriden faydalanılmıştır. Bir kuş türü olan yalıçapkını kuşunun gagası modellenerek sorun çözülmüştür. Yeniden tasarlanan trende tünelde oluşan basıncın ortadan kalktığı ve ses patlamasının da olmadığı görülmüştür. Ayrıca trenin bu tasarımından dolayı hızı yüzde 10 oranında artmış ve yüzde 15 daha az elektrikle çalışmıştır. Diğer bir örnek ise Interface firmasının orman zemininden ilham alarak tasarladığı karo halılar diğer üretilen halılara göre daha az atık üretiyor (Kennedy ve Marting, 2016: 41).

İKİNCİ BÖLÜM

İNOVASYON VE İNOVASYON SÜRECİ

Bu bölümde biyomimikri kavramının önemli yapı taşlarından biri olan inovasyon kavramının tanımı, önemi, temel kavramları, süreçleri, türleri, derecelerine göre çeşitleri, kaynağına göre çeşitleri ve stratejileri açıklanmıştır.

2.1. İnovasyonun Tanımı

Latince kökenli “innovatus” kelimesinden türetilen inovasyon, yeni ve farklı bir sonucun ortaya çıkması olarak tanımlanabilir. İnovasyon, toplumsal, kültürel ve idari ortamlarda yeni yöntemlerin kullanılmaya başlanması anlamına gelmektedir.

İnovasyon, tek bir sözcükle ifade edilemeyecek kadar geniş bir kavramdır. Türkçede inovasyona karşılık gelen “yenilik”, “yenileme/yenilenme”, “yenilikçi” gibi sözcükler, inovasyon kavramının yalnızca bir yönünü ifade eder (Yavuz vd., 2009: 67).

Dünyada siyasal, kültürel, sosyal, ekonomik, teknolojik vb. gibi birçok alanın sürekli ve hızlı bir değişim içerisinde olması toplumların zorunlu bir değişim içerisinde girmelerini zorunlu hale getirmiştir. Yunan filozof Herakleitos değişim kavramının önemini şu cümleyle anlatmıştır: “değişmeyen tek şey, değişimin kendisidir” (Göksel ve Yıldız, 2021: 2). Değişim her anlamda gerekli ve önemli bir niteliğe sahiptir. Görmüş olduğumuz her şey değişir toplumlar, kültürler, örgütler. Bu değişimlerin asıl sebebi ise sürekli olarak gelişmektir. Değişimi durdurmak veya değişme engel olmak mümkün değildir. Bundan dolayı değişme ayak uydurmak artık bir istek değil zorunluluk haline gelmiştir.

Son dönemlerde artan küreselleşmeyle birlikte dünyada sürekli ve hızlı bir şekilde değişim yaşanmaktadır. Bu değişimin en büyük etkisi ekonomi üzerinde artan rekabetin küresel düzeyde olmasıdır. Günümüzde hızlı bir değişim içerisinde olan işletmeler ise değişen rekabet etme koşullarına uyum sağlayabilmek için hizmet sağladığı müşterilerinin istek ve ihtiyaçları doğrultusunda hareket etmeye mecburlardır. Bu değişim içerisinde işletmelerin kendi iş kolları üzerinde inovasyon kavramına büyük önem vermeleri gerekmektedir. İşletmelerin sürekli olarak değişen bu piyasada yer edinebilmeleri ve rekabet edebilmeleri için inovasyon en önemli

kavramdır. Bundan dolayı işletmeler stratejilerini planlarken inovasyon kavramına yönelik bir biçimde stratejilerini planlamalıdır.

Günümüz ekonomisinde işletmeler diğer rakiplerinden farklılaştırılabilir değerler yaratarak kendilerini piyasada ön sıralara taşıyabilirler. Bunu yapabilmek için inovasyonu stratejik bir şekilde gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Etrafımızdaki birçok büyük işletmenin başarılı olmalarının ve diğer işletmelerle rekabet edebilmelerinin en önemli sebebi büyüme ve gelişme stratejilerini inovasyon yönetimi üzerine kurulduğu görülmektedir.

Inovasyonun çok boyutlu bir kavram olması nedeniyle, kesin kabul gören bir tanımı bulunmamaktadır. Araştırmacıların, inovasyon kavramını farklı boyunlardan ele alarak çeşitli tanımlamalar yaptıkları görülmektedir. Bu tanımlamalar aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

İktisadi anlamda inovasyon kavramı üzerinde duran ilk kişi J. A. Schumpeter olmuştur. Schumpeter inovasyonu, "girişimciye kâr getiren ve teknolojik ilerlemeler sonucu ortaya çıkan her şey" olarak tanımlamıştır. Schumpeter'e göre inovasyon, girişimcinin yeni bir ürün veya hizmet geliştirmesi, mevcut bir ürünü veya hizmeti iyileştirmesi, yeni bir üretim veya dağıtım yöntemi geliştirmesi, yeni bir pazara girmesi veya yeni bir örgütsel yapı kurmasıdır (Karaöz ve Albeni, 2003: 29). Schumpeter'e göre inovasyon birçok şekilde ortaya çıkabilmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Yeni tüketim maddeleri: Ürün inovasyonu olarak nitelendirilen yeni ürünlerin geliştirilmesi.
2. Yeni üretim metotları: Süreç inovasyonu olarak nitelendirilen üretimde yeni tekniklerin kullanılması.
3. Yeni pazarlar: Yeni pazarların veya yeni pazarlama olanaklarının gelişmesi.
4. Yeni hammadde kaynakları: Yeni kaynakların kullanıma girmesi.
5. Yeni endüstriyel örgütlenmeler: Örgütsel inovasyon olarak nitelendirilen, iş yapma biçimindeki değişimler (Yavuz vd., 2009: 67).

Yeni veya geliştirilmiş, farklılaştırılmış ürün ve süreçleri, yeni organizasyonel yapıları, var olan teknolojinin yeni alanlarda kullanılmasını ya da yeni pazarlar keşfetmeyi ifade eden inovasyon (Yavuz vd., 2009: 67); literatürde teknolojik yenilik anlamında da kullanılmaktadır. Bu durumda, teknolojik değişim süreci icat, yenilik ve yayılma aşamalarından oluşmaktadır (Karaöz ve Albeni, 2003: 29). Tablo 2.1’de detaylı bir şekilde gösterilmektedir.

Tablo 2.1. Teknolojik Değişim Süreci

İCAT (KEŞİF) →	→ YENİLİK →	→ YAYILMA
Bilimsel fikirlerin oluşması ve keşiflerin ortaya çıkması	İcat aşamasındaki bilimsel fikir ve keşiflerin yeni ürün ve üretim sürecine dönüşerek pazarlanma aşaması	Piyasaya sunulan yeniliğin tüm ekonomiye yayılma aşaması
<----- YENİLİK ----->		

Kaynak: (Yavuz vd., 2009: 68)

Fischer’a göre inovasyon, yeni düşünme biçimlerini, yeni ürünler, hizmetler, iş süreçleri veya yaklaşımlar geliştirmeyi, bunları denemeyi ve yaygın olarak kullanmayı ve benimsemeyi içeren bir süreçtir (Fischer, 2001: 210).

İnovasyon, bir süreçtir, yani bir başlangıcı ve bir sonu vardır. İnovasyon, bir süreç olduğu için, bir anda gerçekleşmez. İnovasyon, adım adım ilerleyen ve zaman alan bir faaliyettir (Solheim, 2017: 2).

İnovasyon, yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir ürün, hizmet, süreç veya iş modeli sunan bir fikir veya buluşun pazara uygulanmasıdır. İnovasyon, yeni fikirlerin ticarileşme sürecidir (Acar ve Acar, 2012: 684).

Drucker’a göre inovasyon, mevcut durumu anlama ve yeni fırsatlar yaratma sürecidir. Bu süreç, girişimcilerin yeni kaynaklar yaratarak veya mevcut kaynakların kullanım potansiyelini artırarak refah yaratmasına olanak tanır (Drucker, 2002: 5).

OECD’nin Oslo El Kitabı, inovasyonu aşağıdaki gibi tanımlar:

“Bir yenilik, işletme içi uygulamalarda, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir ürün/hizmet veya süreç, yeni bir pazarlama yöntemi ya da yeni bir örgütsel yöntemin gerçekleştirilmesidir.”

Bu tanım, inovasyonu aşağıdaki gibi dört temel kategoriye ayırır:

- Ürün inovasyonu: Yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir ürün veya hizmetin geliştirilmesi.
- Süreç inovasyonu: Yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir iş veya üretim sürecinin geliştirilmesi.
- Pazarlama inovasyonu: Yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir pazarlama yönteminin geliştirilmesi.
- Organizasyonel inovasyon: Yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir örgütsel yöntemin geliştirilmesi (OECD vd., 2006: 50).

İnovasyon sadece işletmeler için kullanılan bir kavram değildir. Bulduğumuz dönemin bilgi toplumu olması sebebiyle inovasyon devletler içinde önemli stratejik bir kavram niteliğindedir. Rekabetçiliğin üst seviyede olduğu bu dönemde ülkeler sürdürülebilir büyümenin mevcut kaynaklarını farklılaştırarak veya yeni değerler yaratarak rekabet koşullarına uyum sağlamak zorundadırlar. Ülkeler sürdürülebilir büyüme düzeylerini koruyabilmek ve ekonomik açıdan gelişebilmeleri için inovasyon kavramının etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Avrupa Komisyonu, 1995 yılında yayımladığı "İnovasyon Üzerine Yeşil Kitap (Green Paper on Innovation)" adlı politika dokümanında, inovasyon kavramının son yirmi yılda son derece değiştiğini ve yeni teknolojilerin gittikçe hızlı yayılması ile adaptasyona gitmeyi gerektiren sürekli değişikliklerin bütün olarak toplum için bir meydan okumaya döndüğünü vurgulamaktadır.

Raporda, inovasyon kavramının bireysel ve toplumsal ihtiyaçların daha iyi bir düzeyde karşılanmasını sağlayacağı düşünülmektedir. İnovasyon, yeni ürünler, hizmetler, süreçler ve iş modelleri geliştirilerek gerçekleştirilebilir. Bu sayede, insanların yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve toplumların refahının artırılması mümkün olmaktadır.

Raporda ayrıca, inovasyon kavramının girişimcilik ruhu için esas teşkil ettiği belirtilmektedir. Girişimciler, yeni fikirleri hayata geçirmek için risk almaktan

çekinmeyen kişilerdir. Bu nedenle, inovasyon girişimcilik ruhunun teşvik edilmesi ile desteklenmelidir.

Rapor, inovasyon kavramının ülkeler için de önemli olduğunu vurgulamaktadır. İnovasyon, ülkelerin ekonomik büyümelerini, rekabet güçlerini ve istihdam olanaklarını sürdürmeleri için gereklidir. Bu nedenle, ülkelerin de yeni fikirleri hızla teknik ve ticari başarıya dönüştürmeleri gerekmektedir (European Commission Green Paper on Innovation, 1995: 1-37).

Literatürde yapılan bu tanımlar doğrultusunda inovasyon kavramının son derece önemli olduğu ve inovasyon gerçekleştirmenin yararlı olacağı düşünülmektedir. İnovasyonu; bir kişiye, topluma, firmaya, organizasyona, endüstriye yeni ürün, süreç, yöntem kazandırmak ve bununla bağlantılı olarak ekonomik ve sosyal refaha katkı sağlayan tüm süreçleri kapsayın bir kavram olarak tanımlamak mümkün olmaktadır.

İnovasyon, insanlık tarihi kadar eski bir süreçtir. Bu süreç, günümüzde de önemli bir rol oynamaktadır. İnovasyon, işletmelerin rekabet gücünü artırmasına, toplumların refahını artırmasına ve çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır. Ülkeler, inovasyon ekosistemini desteklemek için çeşitli politikalar uygulamaktadır (Arı, 2020: 374). Örneğin El Cezeri bundan 800 yıl kadar önce elektrik kullanmadan su ve mekanik parçalar ile çalışabilen makineler yapmayı başarmış ve bunları uygulanır hale getirmiştir. Ebu Firnas insanı havada taşıyabilen uçan bir makine tasarlamıştır. 19. yüzyıl, insanlığın bilim ve teknolojideki ilerlemesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu dönemde, elektrik, haberleşme ve ulaşım gibi alanlarda önemli inovasyonlar gerçekleştirilmiştir.

Elektrik:

19.yüzyılın başlarında, elektrik enerjisi yaygın olarak kullanılmamaktaydı. Ancak, bu dönemde yapılan önemli inovasyonlar, elektriğin günlük yaşamda yaygın olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır.

- Siemens'in 1870'te ilk elektrikli yüksek fırını, elektriğin üretimini kolaylaştırmıştır.
- Gramme dinamosu, elektriğin dağıtımını kolaylaştırmıştır.

- Edison'un lambası, elektriğin aydınlatma amacıyla kullanılmasını mümkün kılmıştır.
- İlk su tribünüyle elektrik üretimi, elektriğin daha verimli bir şekilde üretilmesini sağlamıştır.

Haberleşme:

Haberleşme alanında da önemli inovasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu inovasyonlar, insanların birbirleriyle iletişim kurma şeklini değiştirmiştir.

- GrahamBell'in 1876'da ilk telefon görüşmesini yapması, uzun mesafeli iletişimi mümkün kılmıştır.
- Fransız Lumière kardeşlerin 1894'te ilk sinema makinasını yapması, insanların birbirleriyle görsel olarak iletişim kurmasını mümkün kılmıştır.
- İlk kez okyanus aşırı radyo yayını yapılması, dünyanın farklı yerlerinde yaşayan insanların iletişim kurmasını mümkün kılmıştır.
- 1927'de televizyon yayınlarının başlaması, insanların hareketli görüntülerle iletişim kurmasını mümkün kılmıştır.

Ulaşım:

Ulaşım alanında da önemli inovasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu inovasyonlar, insanların daha hızlı ve kolay bir şekilde seyahat etmesini sağlamıştır.

- 1883 yılında ilk benzinli motorun üretilmesi, otomobilin icadına öncülük etmiştir.
- Alman Karl Benz'in 1885'te ürettiği ilk araba, seri üretime konu olan ilk otomobil olmuştur.
- İlk dizel motorun yapılması, dizel motorlu araçların geliştirilmesine öncülük etmiştir.
- Amerikalı Wright Kardeşler'in 1903'te ürettiği ilk motorlu uçak, havacılığın başlangıcını temsil etmiştir.

Sonuç olarak 19. yüzyılda yapılan inovasyonlar, insanlığın bilim ve teknolojiadaki ilerlemesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu inovasyonlar, insanların yaşam kalitesini ve refahını önemli ölçüde artırmıştır.

2.2. İnovasyon Önemi

Günümüzde hızlı bir ivme ile yükselen rekabet ortamında ürünler ve hizmetlerin odaklı olarak alışılmışın dışında, estetik bir yapıda ve sürekli olarak pozitif yönde ilerleyen bir düşünce yapısına doğru yöneltilmektedirler. Müşteriler anlık ve hızlı değişimlerle istek ve arzularını açıklayabilmektedirler. Bu zorlu rekabet koşullarında firmalar piyasaya tutunabilmeleri için ürün ve hizmet gruplarında devamlı olarak inovasyon yapımlarıyla mümkün olacaktır. Piyasadaki zorlu rekabet koşulları karşısında işletmeler sürekli yeniliklere açık olarak veya mevcut ürün ve hizmetlerinde yenilikler yaparak müşterilerinin anlık ve sürekli değişim gösteren istek veya ihtiyaçlarına cevap vererek hem işletmelerinin yaşamlarını sürdürülebilir hem de rakiplerinin önüne geçebilirler. Bu doğrultuda İnovasyon, sadece yeni, güncellenmiş ve farklı ürünler yapmak anlamına gelmez. İnovasyonun ekonomik açıdan önemi, şirket menfaatleri bakımından ekonomik getiri yaratacak yeni ürün ve hizmetlerin yapılmasıdır (Işık ve Keskin, 2013: 44).

Yaşam standartlarının ve refah düzeyinin artması rekabet ortamının artmasıyla doğru orantıdadır. Üretim oranının artması ve sağlanan çeşitliliklerle rekabet ortamının oluşmasına zemin oluşturmaktadır. Bu doğrultuda üretimi yükselten en önemli kavram inovasyondur. Bu sebepten dolayı ülkelerin ekonomik refahlarının yükselmesi ve yaşam standartlarının artması için inovasyon hayati bir konumdadır. Ülke kaynaklarının ürün ve hizmetlere dönüştürülmesiyle ekonomik gelir sağlanması mümkün olacaktır. Gerçekleştirilen inovasyondan dolayı hem istihdam artmış olur hem de aynı kaynaktan daha fazla kazançlar elde etmektedir. Bununla ilintili olarak inovasyon sadece işletmeler veya ekonomik düzeyde değil, toplumsal bir düzeydedir (Elçi, 2007: 32).

İnovasyon kavramı; ekonomik kalkınma konusunda durağan ekonomileri geliştirip büyütme konusunda en önemli kavram niteliğindedir. Hem de toplumsal açıdan refahın artması ve sosyal alanda ilerleme ve iyileştirmelerle ilintilidir. İnovasyon işletmeler açısından işletme ömrü ve rekabet edebilme yeteneklerini koruyabilmek için en önemli yapı taşı olarak nitelendirilmektedir (Karaman, 2019: 6).

İnovasyon faaliyetleri, toplum ve ekonomiye aşağıdaki şekillerde katkıda bulunur:

Toplumsal Alanda:

- Refah düzeyinde artış: İnovasyonlar, yeni ürünler ve hizmetler yaratarak tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılar ve yaşam kalitesini iyileştirir. Bu, toplumda refah düzeyinde artışa neden olur.
- Hayat standartlarında artış: İnovasyonlar, yeni ürünler ve hizmetler yaratarak insanların daha iyi yaşam standartlarına sahip olmasını sağlar. Bu, eğitim, sağlık, ulaşım gibi alanlarda iyileşmelere neden olur.

Ekonomik Alanda:

- Sürekli ekonomik ilerleme ve büyüme: İnovasyonlar, yeni ürünler ve hizmetler yaratarak ekonomik büyümeyi teşvik eder. Bu, istihdam, gelir ve vergi gelirlerinin artmasına neden olur.
- İstihdam oranlarında artış: İnovasyonlar, yeni iş fırsatları yaratarak istihdam oranlarını artırır. Bu, özellikle gençler ve kadınlar için iş fırsatları yaratır.
- Kaynakların verimli ve etkin kullanımı: İnovasyonlar, üretim süreçlerini daha verimli hale getirerek kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlar. Bu, maliyetlerin düşürülmesine ve rekabet gücünün artmasına neden olur.
- Dış ticarete artış: İnovasyonlar, yeni ürünler ve hizmetler yaratarak dış ticarete artışa neden olur. Bu, ülke ekonomisine döviz girişini artırır.

Diğer Alanlar:

- Yeni kaynakların meydana çıkarılması: İnovasyonlar, yeni teknolojiler ve malzemeler geliştirerek yeni kaynakların meydana çıkmasını sağlar. Bu, yeni endüstrilerin ve iş fırsatlarının ortaya çıkmasına neden olur.
- Bölgesel kalkınmada artış: İnovasyonlar, yeni iş fırsatları yaratarak bölgesel kalkınmayı teşvik eder. Bu, özellikle kırsal bölgelerde ekonomik gelişmeye neden olur.
- Patent sayılarında artış: İnovasyonlar, yeni fikir ve buluşların patentlenmesine neden olur. Bu, ülkenin teknolojik kapasitesini ve rekabet gücünü artırır.

- Girişimcilik oranlarının artışı: İnovasyonlar, yeni iş fikirlerinin ortaya çıkmasını teşvik ederek girişimcilik oranlarının artmasına neden olur. Bu, ekonomiye yenilik ve dinamizm kazandırır.
- Enerji kaynaklarının verimli ve etkin kullanımı: İnovasyonlar, enerji verimliliği teknolojilerini geliştirerek enerji kaynaklarının daha verimli ve etkin kullanılmasını sağlar. Bu, çevre kirliliğini azaltmaya ve enerji maliyetlerini düşürmeye yardımcı olur.
- Ekonomiyi dışa bağımlı olmaktan kurtarmak: İnovasyonlar, yeni ürünler ve teknolojiler geliştirerek ülke ekonomisini dışa bağımlı olmaktan kurtarmaya yardımcı olur. Bu, ülke ekonomisinin daha dayanıklı ve sürdürülebilir olmasını sağlar.

Sonuç olarak, inovasyon faaliyetleri toplum ve ekonomiye çok yönlü katkıda bulunan önemli bir unsurdur. İnovasyon faaliyetlerinin desteklenerek artırılması, ülkenin ekonomik büyüme ve kalkınması için gereklidir.

İnovasyon faaliyetlerinin toplumsal ve bireysel farkındalık yaratabilmek için inovasyonun faydalı yönlerini en üst seviyeye ulaştırılması gerekmektedir. İnovasyon faaliyetlerinde etkileşim ve iletişimin yeterli düzeyde kurulması ve kullanılması inovasyonun gerçekleştirilmesi için önem arz eden bir şarttır (Uzkurt, 2010: 38).

Arslan (2008), işletmeler için inovasyonun önemini: günümüzde küreselleşen rekabet ortamında diğer rakiplere üstünlük sağlayabilmek için “en az girdi ile en fazla katma değeri yaratabilme” düşüncesiyle mümkün olmaktadır. Üretim maliyetlerinden tasarruf sağlanarak maksimum verimlilik sağlanmalıdır. Bunu yapabilmenin en önemli yollu ise inovasyonu her türlü alanda, şartta ve süreçte uygulanabilir olması sağlanmalıdır, şeklinde açıklamıştır (Arslan, 2008: 104).

ABD’ de Stanford Research Institute tarafından iki farklı şekilde faaliyet gösteren işletmeler incelenmiştir. Bunun sonucunda ise; kaynaklarını kısıtlı olarak kullanan ve faaliyetlerini bu şekilde ilerletebilen işletmelerle hızlı bir şekilde ilerleyen ve gelişen işletmeler üzerinde uygulanan karşılıklı araştırmaların sonucunda değişime ve yeniliğe açık işletmelerin karşılaştırılan diğer işletmelere göre daha hızlı büyüdüğü ve kendi sektörlerinde faaliyetlerinde lider oldukları gözlemlenmiştir. Bu verilerin doğrultusunda yeniliğin gelişme, büyüme, varlığını sürekli hale getirerek devam

ettirme, rekabet ortamlarında yarar sağlama ve sektör lideri olabilmesindeki rolünü ortaya çıkarmaktadır (Filiz, 2017: 7).

İnovasyonun firmalara sağlamış olduğu faydalar aşağıda belirtildiği gibi sıralanabilmektedir:

- Maliyetlerde düşüş sağlama,
- Rekabet üstünlüğü sağlama,
- Pazardaki pay oranının çoğalması,
- Verimlilik artışı,
- Hammaddelerin kullanılmasında verimlilik sağlama,
- Karlılık artışı,
- Bilgilerin ekonomik bir olguya döndürülmesi,
- Kalite artışı,
- Ürün karmasının ve hattının genişletilmesi,
- Yeni pazar ortamları keşfetme,
- Yeni pazarlara girmek adına kolaylık tanıma,
- Müşteri memnuniyetinin en üst düzeye çıkarılması,
- Hizmet ve ürünlerin imalat zamanlarının azaltılması ve verilen firelerin en aza indirilmesi,
- İmalatta, pazarlama ve tedarik de esneklik sağlama,
- Tedarikçi, tüketici ve aracı kurumlarla iletişim ortamının geliştirilerek veri paylaşımlarının temin edilmesi,
- Çalışma şartlarının iyileştirilmesi (Uzkurt, 2010: 30)

2.3. İnovasyonla İlgili Temel Kavramlar

İnovasyon kavramının tanımını geniş bir çerçevede değerlendirilen ve farklı tanımlarla da bağlantılı bir yapıda olup bu bölümde inovasyonla ilgili kavramlar incelenecektir.

2.3.1. İcat

İcat, genellikle inovasyonla karıştırılan ve sıklıkla eş anlamlı olarak kullanılan bir kavramdır. İnovasyon kavramının tanımı olarak var olmayan yeni bir fikir, üretim yöntemi veya aracın sunulması olarak tanımlanırken, icat ise keşif, buluş, verimli hayal gücü olarak tanımlanmıştır. Bu tanımları baz alarak inovasyonun yeni bir şeyin meydana getirilmesinden ziyade yeni bir şeyin uygulaması anlamına geldiği, ancak her inovasyon faaliyetinin bir icat yaratılması anlamına gelmediği ancak değer yaratan, ticarileştirilebilen her icadın bir inovasyon faaliyeti olduğu sonucuna varılabilir (Adıgüzel, 2012: 8).

İnovasyon ve icat kavramlarının arasındaki ilişkinin sebebi her iki kavramda da yenilik ve değer yaratılıyor olmasından kaynaklandığından söz edilse de inovasyonda gerçekleştirilen icatların uygulanması ve ticarileştirilebiliyor olması söz konusudur. İnovasyonun değer yaratan özelliği, icatların uygulanabilir ve kullanılabilir hale dönüştürülmesiyle birlikte ticarileşmesini de kapsamaktadır (Uzkurt, 2010: 37).

İnovasyonun gerçekleştirilebilmesi için icatlardan faydalanılabilmektedir. Ancak inovasyon faaliyetlerinde önemli olan konulardan bir tanesi henüz yapılmayı yapmak veya var olanı farklılaştırmaktır. İnovasyon var olmayan bir şeyi icat etmeyi değil, değer yaratacak yolları keşfetmeyi hedeflemektedir. Bundan dolayı inovasyonda fikirler ve kavramlar önemli nitelikler kazanmaktadır. İnovasyonun en önemli hedefleri arasında ticari başarı gerektiriyor olmasıdır. Diğer yandan icat yapmak ise yapılan buluşun ticari başarı getirecek olması garantilenemiyor olmasıdır. Gerçekleştirilen icadın ticari bir değeri olmadığı sürece bir değer yaratılmamış olur. Bu konu hakkında bir örnek vermek gerekirse; elektrikli süpürgeyi J. Murray Spengler icat etmesine rağmen, gerçekleştirdiği icadı ticarileştiremediği için yani gerekli olan inovasyona dönüştüremediği için elektrikli süpürge buluşu uzun süre fayda sağlayamamıştır. Daha sonra ise W.H. Hoover adlı bir deri imalatçısı tarafından ticari bir değer kazandırılarak piyasaya sunulmuştur. Bundan dolayı elektrikli süpürge mucidi J.Murray Spengler olmasına rağmen dünya genelinde Spengler değil, Hoover adında bilinmiş ve yayılmıştır (Elçi, 2007: 18).

İcat, bir ürünün ilk defa bilimsel ve teknik olarak ortaya çıkarılmasıdır. Gerçekleştirilen icatlar patentleştirilmektedir. İnovasyon aşamasını çoğu icat geçememektedir. İnovasyonun ticari bir değere sahip olması gerekmektedir. Daha önceleri bir başkası tarafından gerçekleştirilen bir icadı başka bir firma ticarileştirerek inovasyon yapabilir. İcat gerçekleştirme aşamaları ilk olarak araştırma geliştirme (Ar-Ge) çalışmalarıyla yapılmaktadır. Son aşamada ise başarıyla sonuçlanan yenilikler firmalar, bireyler, piyasalar açısından kabul görmesi gerekmektedir. Örneğin 1846 yılında Bostonlu bir mucit olan Elias Howe bir dikiş makinesi icat edilmiştir. Fakat dünya genelinde dikiş makinasının mucidi Isaac Singer olarak bilinmektedir. Bunun sebebi ise Elias Howe icadını bir inovasyona dönüştürememesinden kaynaklanmıştır. Isaac Singer bu icadı inovatifleştirerek ticari bir değer oluşturmuş ve dikiş makinesi denince akla ilk gelen mark olabilmeye başarısını elde etmiştir (Oğuztürk, 2003: 256).

2.3.2. Yaratıcılık

Yaratıcılık, kavramsal olarak gerçekleştirilmek istenen yeniliklerin veya icatların en önemli yapı taşlarını oluşturan faydalı alışılmışın dışında olan fikir veya düşünlerin bir bütünüdür. Bir ürünün, yöntemin veya sürecin ortaya çıkarılması olarak tanımlayabileceğimiz yaratıcılık kavramının inovasyon ile olan ilişkisi için literatüre bakıldığında, yaratıcılık hakkında yapılan birçok tanım bulunmaktadır. Örneğin, Clark ve James yaratıcılığı; "Sıradan olmayan farklı, yeni ve faydalı fikirleri üretmek ve detaylandırmak" olarak tanımlamıştır (Clark ve James, 1999: 311). Robbins ve Coulter yaratıcılık var olan fikirler içinde bu güne kadar yapılmamış şekilde bir bağ kurarak veya orijinal fikir bulabilme yeteneği olarak tanımlamıştır (Karaman, 2019: 8). Yaratıcılığa dair tanımların ortak temalarını aşağıdaki gibi ele almak mümkündür (Barker, 2001: 39):

- Yaratıcılık gizemli ve durdurulması zor bir olgudur. Çoğu zaman yaratıcılık için özel bir şey veya sıra dışı bir şey olarak söz edilir. Yaratıcılık insanların sahip olduğu en olağanüstü ve ayırt edici özelliklerden biridir.

- Genellikle zihinsel bir işlev olarak adlandırılan yaratıcılık genellikle düşünme veya problem çözmeyle ilişkilendirilir.

- Bir düşünce tarzı olarak ele alındığında, yaratıcılık çoğu zaman rasyonelliğe ve mantığa ters bir kavram olarak tanımlanır.

Gümüşlüoğlu'nun yapmış olduğu çalışmasında, yaratıcılığın kabul gören tanımlarından biri olan Amabile'nin yaratıcılık tanımına yer vererek, yaratıcılığı yeni, faydalı ve kullanışlı fikirlerin geliştirilmesi, inovasyonun ise yaratıcı fikirlerin bir işletmede değer yaratarak başarıyla hayata geçirilmesi olarak tanımlamıştır. İnovasyon'un son dönemde yapılan tanımlarına bakıldığında, yeni veya önemli derecede geliştirilmiş, iyileştirilmiş bir ürün (hizmet), süreç, yeni bir pazarlama yöntemi veya örgütte yeni bir uygulamayı içerdiğini vurgulayarak, yaratıcılığın bireysel düzeyde, inovasyon' un ise örgütsel düzeyde ortaya çıktığına vurgu yapmıştır farklı ifadelerle nitelendirse de bu iki kavramın birbirini etkilediği sonucunu çalışmasında ortaya koymuştur (Gümüşoğlu, 2009: 37).

2.3.3. Araştırma geliştirme (Ar-Ge)

OECD Frascati Kılavuzu, araştırma ve deneysel geliştirmeyi (Ar-Ge) şu şekilde tanımlamaktadır:

Ar-Ge, insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi birikimlerinin artırılması ve bu birikimlerin yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütölen yaratıcı ve faydalı çalışmalardır.

Kılavuza göre, Ar-Ge üç faaliyeti kapsar:

- Temel araştırma: Doğal olayları, süreçleri ve sistemleri anlamak ve açıklamak amacıyla yürütölen çalışmalardır.
- Uygulamalı araştırma: Temel araştırma bulgularını yeni ürünler, süreçler veya hizmetler geliştirmek için uygulamak amacıyla yürütölen çalışmalardır.
- Deneysel geliştirme: Yeni ürünlerin, süreçlerin veya hizmetlerin tasarım, prototip, test ve üretim aşamalarını kapsayan çalışmalardır.

Temel araştırma, teorik bilginin geliştirilmesi ve yeni bilgilere olanak sağlayacak temellerin atılması amacıyla yürütöler. Uygulamalı araştırma, temel araştırma bulgularının pratik uygulamalara dönüştürölmeleri amacıyla yürütöler. Deneysel geliştirme ise yeni ürünlerin, süreçlerin veya hizmetlerin tasarım, prototip, test ve üretim aşamalarını kapsar.

Ar-Ge, ekonomik kalkınma ve sosyal ilerlemenin temel unsurlarından biridir. Ar-Ge çalışmaları, yeni teknolojilerin geliştirilmesine, yeni ürünlerin ve hizmetlerin ortaya çıkmasına ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunur (OECD vd., 2006: 30);

İnovasyon ve Ar-Ge faaliyetlerini destekleyen önemli girdiler bilimsel ve teknolojik faaliyetlerdir. Bununla beraber Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirilirken girişimcilik geri planda tutulmamalıdır. Bunun sebebi ise gerçekleştirilen faaliyetler ticari bir amaç gütmüyorsa, o faaliyetin bir değer oluşturması beklenemez. Ar-Ge sonuçları doğrultusunda inovasyon'a dönüştürülemezse toplumsal ve iktisadi bir değere de dönüştürülemez (Elçi ve Karataylı, 2008: 16).

Global düzeyde, inovasyon genellikle sadece bir Ar-Ge hareketi veya yeni faaliyetlerin ortaya çıkarılması olarak anlaşılmaktadır. Ancak, inovasyon bu kadar basit bir kavram değildir. İnovasyon, Ar-Ge'den daha fazlasını gerektirir. İnovasyon, yeni fikirlerin pazara sunulması ve değer yaratmasıdır. Avrupa Birliği, Ar-Ge yatırımlarında ABD'yi geride bırakmasına rağmen, ekonomik büyüme ve rekabetçilik açısından ABD'den geride kalmaktadır. Bu durum, Avrupa'nın inovasyonu sadece Ar-Ge olarak gördüğünü göstermektedir. Avrupa Birliği, bu sorunu çözmek için inovasyonu ticarileştirmeye odaklanmaya başlamıştır. İnovasyon ticarileştirmesi, yeni fikirlerin pazara sunulmasını ve değer yaratmasını sağlayan bir süreçtir. Avrupa Paradoksu, inovasyon sadece Ar-Ge'den ibaret olmadığını açıkça ortaya koymaktadır. İnovasyon, yeni fikirlerin pazara sunulması ve değer yaratmasıdır. İnovasyon ticarileştirmesi, inovasyonu başarılı bir şekilde gerçekleştirmek için gerekli bir adımdır (Uzkurt, 2010: 37-38).

2.3.4. Girişimcilik

Girişimciliği ortaya çıkartan yapının en önemli bölümünü inovasyon oluşturmaktadır. Girişimcinin yeni ve/veya mevcut kaynaklarının verimliliğini arttırarak refah yaratması olarak düşünüldüğünde inovasyonu, girişimcilikle bağlantılı olarak tanımlamak mümkündür. Girişimciliği etkileyen temel etkenlerden biri her ne kadar karakteristik özellikleri olsa da diğer yandan girişimciliğin başarı sağladığını gösteren en önemli etken inovasyonun sürdürülebilirliğini ve disiplinin sağlanmasıdır (Karaman, 2019: 9).

İnovasyon odaklı girişimcilik faaliyetlerinin belirli bir bölümünü akademik araştırma sonuçlarını ticarileştirmek sebebiyle kurulan işletmeler oluşturmaktadır. Gerçekleştirilen araştırmalar “spin-off” adı verilen bu işletmelerin, inovasyon ve girişimcilik faaliyetlerinin sosyal kültürün bir parçası olan ülkelerde genellikle kurulduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin; Bilginin inovasyona dönüştürülmesi konusunda uzun yıllar başarılı sonuçlar elde edemeyen Hindistan 1980’lerin ortasından itibaren Bilim ve Teknoloji Bakanlığının programı ile Ar-Ge çalışmalarının ticarileştirilmesi, destek sağlanması, iş birliklerinin oluşturulması ve inovasyon odaklı girişimciliğin desteklenmesine büyük bir önem verilmiştir. Günümüzde ilaç sektörü incelendiğinde ABD ve Avrupa pazarlarına giren ilaçların %20’sinin Hindistan tarafından üretilmesi uygulanan programın başarıyla uygulandığının kanıtı olarak gösterilmektedir (Elçi, 2007: 141). Türkiye’ye bakıldığı zaman ise 2000’li yılların başından itibaren Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde inovasyon odaklı girişimcilik desteklenerek teknoloji tabanlı iş fikirlerine sahip işletmeler Teknogirişim Sermayesi, Ar-Ge ve İnovasyon Programı, Girişimcilik Destek Programı, Bireysel Genç Girişimci (BIGG) Programı türünde programlar üzerinden hibe olarak kurulabilmektedir. Günümüzde bu tür programlardan destek olarak kurulan istihdam ve katma değer yaratan, ulusal ve uluslararası fonlardan yatırım olarak ihracat yapan işletmelerin sayısı da giderek artmaktadır (Aslantaş, 2021: 12).

2.4. İnovasyon süreci

İnovasyon kavramı, faaliyetleriyle hareketli bir döngüden oluşmaktadır. Bu döngüler yeni bilgi, fikir veya girişimcilik faaliyetlerinden üretim sürecine aktararak müşterilere sunulmasından oluşmaktadır (Aygören vd., 2009: 8). Dolayısıyla sosyal veya ekonomik değer yaratan tüm fikirler veya yenilikler inovasyon aşamalarının tüm süreçlerinde bulunmaktadır (Afşar vd., 2005: 13).

İnovasyon aşamalarını anlatan modeller kısaca şu şekilde açıklanabilir: anlatılan modeller iki temel başlıkla sınıflandırıldığı söylenebilir. Bu modelleri içeren aşamalar aşağıda açıklanmaktadır (Afşar vd., 2005: 15).

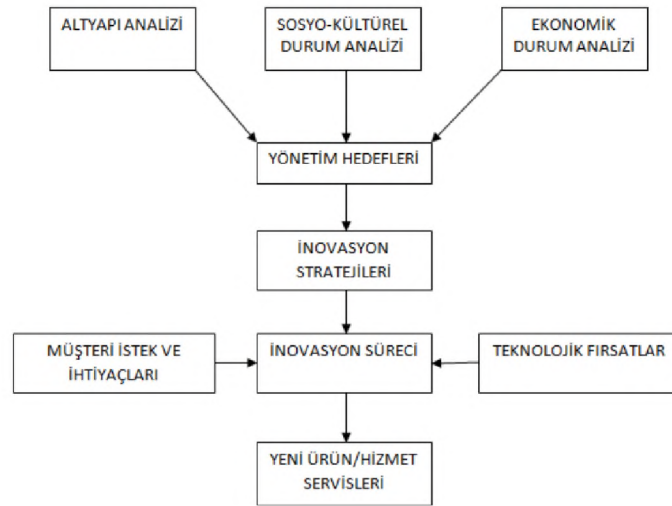
- a) Doğrusal modeller: Bu model için yapılan araştırma sonuçlarına göre; belirtilen modellerin temel etkenleri endüstriyel araştırma kurum ve kuruluşları ile laboratuvar ortamında elde edilen geliştirme işlemlerine,

büyük firmaların bünyelerinde bulunan Ar-Ge departmanı çalışmalarına kadar uzanan çok çeşitliliği bünyesi dahilinde bulunduran aşamalardır (Langvik vd., 2005: 387).

- b) Etkileşimli modeller: Bu modelde ise, bilimsel veya teknolojik altyapı sistemleri ile piyasa faaliyetleri arasındaki etkileşimler sonucunda alınan geri dönüşler ve firmaların etkileşimde olduğu çevresel faaliyetleri ile ilgili gerçekleştirilen inovatif faaliyetleri sonucunda sergiledikleri etkileşimleri içermektedir (Fischer, 1999: 14).

İnovasyon yönetiminin sistemli bir şekilde uygulaması gerektiğini Tuominen vd. (1999) çalışmalarında belirtmişlerdir. Bu süreç Şekil 2.1’ de gösterilmiştir.

Şekil 2.1. Ürün İnovasyonu Yönetimi



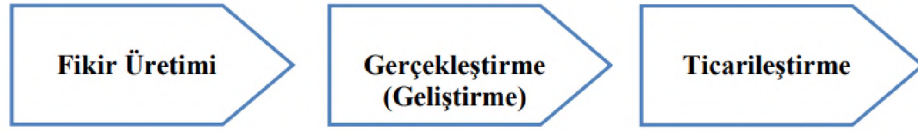
Kaynak: (Tuominen vd., 1999: 138)

İnovasyon gerçekleştirilirken tüm faaliyetlerin bütün aşamalarında müşteriler, rakip firmaların faaliyetleri ve hedeflenen kitle, pazar son derece dikkatli ve özenli bir şekilde gözlenmelidir. Bu konu hakkında yapılan araştırmalar doğrultusunda ABD’de pazara yeni sürülen her on üründen yalnızca ikisinin, Japonya’da ise pazara yeni sürülen yüz üründen yalnızca ikisinin başarıya ulaştığını belirtmektedir. Bu sebepten dolayı, tüketicilerin istek veya ihtiyaçlarını araştırarak doğru bir şekilde belirleyip piyasaya sürülecek ürünün bu istek veya ihtiyaçları doğrultusunda olması firmaların başarılı olmasında en önemli temel etkenlerdendir. Bu araştırmanın sonucunda da

görüldüğü üzere, müşteri taleplerini doğru bir şekilde araştırıp anlayabilmek yeni ürün üretilme başarısında en önemli faktördür (Karaman, 2019: 11).

İnovasyon sürecinin karışık olduğu düşünülse de Şekil 2.2’de basit bir biçimde gösterilmiştir. İnovasyon süreci; fikir üretimi, fikirlerin gerçekleştirilmesi ve fikirlerin ticarileşmesi aşamalarından oluşmaktadır (Torun, 2016: 18).

Şekil 2.2. İnovasyon Süreci



Kaynak: (Torun, 2016: 18)

Fikir Üretimi: Fikir üretiminin ilk aşamasında üretilen fikir/fikirlerin ticari bir değerinin bulunması inovasyonun gerçekleştirilmesi için en önemli etmenlerdendir. İnovasyonu gerçekleştirmek için ilk adımın üretilen fikirlerin ticari bir değere sahip olması iken bir diğer ki adım ise inovasyonu gerçekleştirecek bir sebebin olması gerekmektedir. İnovasyonu gerçekleştirebilmek için itici güçlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçlar ise şu şekilde sıralanabilmektedir; piyasadaki ürün veya hizmetlerin müşterilerin beklentilerini veya ihtiyaçlarını karşılayamaması, müşterilerin arzu veya ihtiyaçlarının değişmesi, firmanın piyasadaki etkinliğini kaybetmesi ya da karının düşmesi, firmanın diğer rakiplerine karşı rekabet avantajı kazanmak istemesi değişen teknolojik gelişmeler gibi faktörlerin bulunması inovasyonu gerçekleştirebilmek için önemli sebeplere sahiptir.

Gerçekleştirme: İkinci aşama olarak üretilen fikirlerin fiziksel bir ürün, hizmet veya süreç olarak somut bir şekle dönüştürülmesi sürecidir. Bu aşamada üretilen fikir/fikirlerin geliştirilmesi veya uygulanmaya geçildiği aşamadır. Fikirlerin işletmeler tarafından uygulanan testlerle başarılı ve beklenenin üzerinde bir başarı gösterip gösteremeyeceğinin belirlenerek ticari amaçla uygulanmaya başlandığı aşamadır.

Ticarileştirme: Ticarileştirme, yeni ürün veya hizmetlerin veya yeni üretim şekillerinin müşterilere sunulması olarak tanımlanmaktadır. İnovasyon faaliyetlerinin

bu aşamasında yeni hizmet veya ürünlerin belirlenen hedef pazara sunulması ve tanıtılması ile ilgilidir (Aksay ve Orhan, 2013: 14). Ticarileştirme, süreci işletmenin bu süreçte son adımıdır. Bu adımdan sonra tüm değerlendirmeleri müşteriler yapmaktadır (Torun, 2016: 19).

2.5. İnovasyon Türleri

İnovasyonun birden fazla çeşidi olduğunu belirtmek Tablo 2.2' de görüldüğü üzere mümkündür. Avusturyalı iktisatçı Joseph Schumpeter (1934), inovasyonu ekonomik büyümenin ve değişimin itici gücü olarak görmüştür. Schumpeter'e göre, inovasyon, yeni bir ürün, hizmet, süreç veya iş modelinin yaratılmasıdır. Schumpeter, inovasyonu değişim alanına göre beş farklı sınıfa ayırmıştır:

- Yeni Ürünler
- Yeni Üretim Yöntemleri
- Yeni Pazarlar
- Yeni Tedarik Kaynakları
- Yeni Pazar Yapıları (Yavuz, 2010: 145).

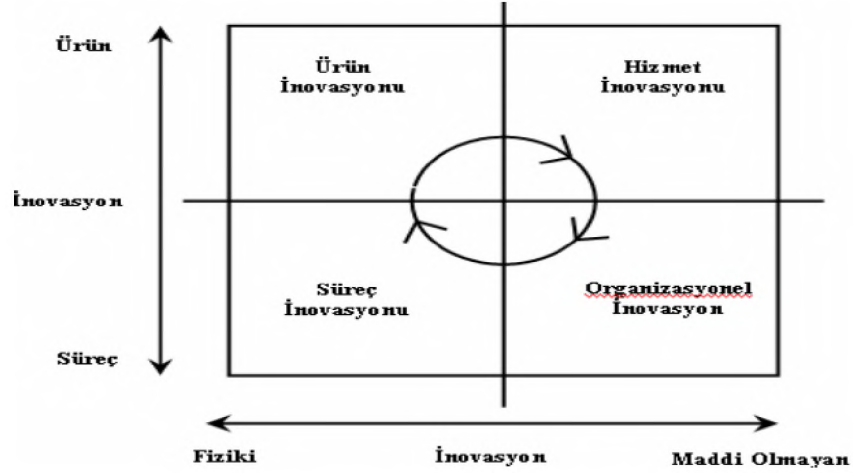
Şekil 2.3'de gösterilen Oslo Manual (2005) kılavuzunda belirtilen dört ayrı sınıfa ayrılan inovasyon türleri ise süreç inovasyonu, ürün inovasyonu, pazarlama inovasyonu ve organizasyonel inovasyon olarak dörtlü bir sınıflandırma yapılmıştır (OECD vd., 2006: 50).

Tablo 2.2. Özelliklerine Göre İnovasyon Çeşitleri

Alan ve fonksiyon açısından	<ul style="list-style-type: none">• Hizmet inovasyonu• Ürün inovasyonu• Süreç inovasyonu• Pazarlama inovasyonu• Organizasyonel inovasyon
Teknolojinin yoğunluğu açısından	<ul style="list-style-type: none">• Radikal inovasyonlar• Artımsal inovasyonlar
Teknolojik özellikler içerip içermediği bakımından	<ul style="list-style-type: none">• Teknolojik inovasyonlar• Teknolojik olmayan inovasyonlar
Neden olduğu değişim ve farklılıklara göre	<ul style="list-style-type: none">• Yıkıcı inovasyonlar• Düzen bozucu inovasyonlar• Destekleyici inovasyonlar
İşletme içinden ya da dışından olmasına göre	<ul style="list-style-type: none">• Kapalı inovasyonlar• Açık inovasyonlar
Yeni inovasyonlar	<ul style="list-style-type: none">• Toplumsal inovasyon• Çevresel inovasyon• İş modeli inovasyon• İnovasyon

Kaynak: (Arı, 2020: 375)

Şekil 2.3. İnovasyon Türleri



Kaynak: (Yavuz vd., 2009: 69)

2.5.1. Alanına göre inovasyon çeşitleri

2.5.1.1. Ürün inovasyonu

Ürün inovasyonu, mevcut bir ürünün özelliklerini veya kullanım amacını önemli ölçüde değiştirerek yeni bir ürün veya hizmet olarak pazara sunulması sürecidir. Bu değişiklik, teknik özelliklerde, bileşenlerde, materyallerde, bütünleşik yazılımlarda, kullanıcı dostu veya diğer fonksiyonel özelliklerde olabilir.

Ürün inovasyonu, işletmelerin rekabet avantajı elde etmenin ve pazar paylarını genişletmenin önemli bir yoludur. Yeni veya geliştirilmiş ürünler, işletmelere aşağıdaki avantajları sağlayabilir:

- Artan müşteri memnuniyeti
- Daha yüksek satışlar
- Daha iyi kar marjları
- Daha düşük maliyetler (OECD vd., 2006: 52).

Hizmetlerde ürün yenilikleri, özel kargo şirketleri, marketlerin veya restoranların telefonla sipariş almaları veya ürünü eve teslim etmeleri, mobil cep internet bankacılığı para yatırma ve çekme, havale yapma gibi yeni hizmet türlerinin geliştirilmesi ya da mevcut hizmetlerin iyileştirilmesi şeklinde nihai tüketiciler sağlanan kolaylıklardır. Ürün inovasyonuna örnek olarak elektrikli diş fırçaları, akıllı kapı kilitleri, kendi kendini temizleyebilen kıyafetler, vücut ısısı ile çalışan saatler verebilir.

2.5.1.2. Süreç inovasyonu

Süreç inovasyonu üretimde kullanılan ekipman ve/veya teknolojilerin yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş değişiklikleri içeren faktörlerin üretim ve teslimat sistemlerinde uygulanmasıdır (OECD vd., 2006: 53). Süreç inovasyonu üretim veya teslimat maliyetlerinin azaltmak ve ürünlerin kalitesini arttırmaya yönelik tüm yenilikleri ve iyileştirmeleri kapsamaktadır.

Süreç inovasyonu alanında en güzel örneklerden biri Toyota'nın 1967-74 yılları arasında geliştirip uygulamaya koyduğu J.I.T (Just-in-time) yani stoksuz üretimdir. Bu inovasyon Toyota'nın dünyanın en başarılı otomotiv firması haline gelmesini sağladığı gibi, aynı zamanda tüm dünyada üretim sürecini değiştirmiştir (Kavrakoğlu, 2006: 199).

Ford Motor Company, 1914 yılında hareketli montaj hattını kullanarak üretime geçiş yaptı. Bu yeni üretim sistemi, araç montajını önemli ölçüde basitleştirdi ve bir araç üretmek için gereken süreyi 12 saatten 90 dakikaya düşürdü. Hareketli montaj hattı, otomobil parçalarının bir konveyör sistemi üzerinde hareket ettirilmesine

dayanmaktadır. Her işçi, konveyör hattındaki belirli bir parçayı veya işlemi üstlenir. Bu, işçilerin uzmanlaşmasına ve verimliliğin artmasına yardımcı olur.

Ford'un hareketli montaj hattı, süreç inovasyonunun önemli bir örneğidir. Süreç inovasyonu, mevcut bir üretim sürecini iyileştiren veya yeni bir üretim süreci geliştiren değişiklikleri ifade eder.

Ford'un hareketli montaj hattı, aşağıdaki avantajları sağladı:

- Üretim maliyetlerini düşürdü
- Üretim verimliliğini artırdı
- Ürün kalitesini iyileştirdi

2.5.1.3. Pazarlama inovasyonu

Pazarlama inovasyonu ürünün pazarlanmasında, bir ürün tasarımı ya da ambalajlamasında, ürün tanıtımı ya da fiyatlandırılması gibi alanlarda değişiklikleri kapsayan var olan teknikleri iyileştiren veya farklı pazarlama yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasının daha kapsamlı hale getirilmesidir (OECD vd., 2006: 53-55).

Bu tür inovasyonlar, satma-satın alma süreci boyunca müşteri-satıcı ilişkisinin geleneksel müşteri-satıcı anlayışından sıyrılarak müşterilerle daha etkileşim içerisinde olabilecek inovatif bir süreç veya yöntem geliştirilmesidir. Günümüz de en iyi pazarlama inovasyonu örneklerinden ve bunu en etkin kullanan markalardan biri şüphesiz ki Apple'dır. Apple firması mail ve mesaj sonlarında "iPhone'umdan gönderildi", "İpad'imden gönderildi" gibi cümlelerle tüketicilerinde bir farkındalık hissiyatı oluşturur. Apple markasının dışında ürünlerini de markalaştırır; laptop değil MacBook, telefon değil iPhone, tablet değil iPad vs. gibi birçok stratejiyi kullanmaktadır.

2.5.1.4. Organizasyonel inovasyon

Organizasyonel inovasyon, işletmenin ticari faaliyetleriyle ilgili eğitim faaliyetleri, makine ve teçhizat, diğer iç-dış bilgiler ve başka sermaye niteliği taşıyan malların yeni bir örgütsel yöntem uygulanmasına gidilmesini kapsamaktadır (OECD vd., 2006: 55-56).

Kaizen, Japonya'da geliştirilen ve sürekli iyileştirmeyi temel alan bir organizasyonel inovasyon yöntemidir. Kaizen yöntemine göre, bir işletmedeki tüm çalışanlar, yaptıkları işle ilgili süreçleri iyileştirme konusunda söz sahibidir. Çalışanlar, sürekli olarak iyileştirme fikirlerine kafa yorurlar ve bu fikirleri yöneticilere sunarlar. Yöneticiler, sunulan fikirleri değerlendirir ve uygun bulunanları uygulamaya koyarlar.

Kaizen yöntemi, aşağıdaki avantajları sağlar:

- Üretim maliyetlerini düşürür
- Üretim verimliliğini artırır
- Ürün kalitesini iyileştirir
- Müşteri memnuniyetini artırır

Kaizen yöntemi, başta Japon firmaları olmak üzere, dünya genelinde birçok işletme tarafından benimsenmiştir. Bu yöntem sayesinde, birçok işletme rakiplerinin önüne geçmiştir.

2.6. Derecesine Göre İnovasyon Çeşitleri

2.6.1. Radikal inovasyon

Radikal inovasyon, daha önce var olanlardan veya hiç denenmemiş olan yeni ürün, hizmet, süreç ya da yöntemlerin geliştirilerek faydalı ve büyük atılımlarla gerçekleştirilen faaliyetlerin sonucunda sosyal ve ekonomik faydaya dönüştürülmesi şeklindeki tüm yeniliklerdir (Demirci vd., 2014: 18). Radikal inovasyonlar sektörler, pazarlar veya işletmelerin alt sistemlerinde kalıcı değişiklikler oluşturacak yenilikler içeren veya pazarı sektöre uğratacak yeni ürünler oluşturabilme potansiyeline sahiptir (Das vd., 2017: 98).

Radikal inovasyon ile birlikte yeni ürünlerin veya hizmetlerin kullanılmaya başlanmasıyla müşterilerin yaşayış biçimlerinde ve davranışlarında da bir takım farklılıklar ortaya çıkmaktadır bu değişimlerle birlikte ekonomik olarak da bir değer yaratılmıştır. Örneğin radikal ürün veya hizmet inovasyonlarına; televizyon, cep telefonu, kredi kartları ve ATM'ler verilebilir. Radikal süreç inovasyonuna ise Henry Ford'un Ford fabrikasında ilk kez uyguladığı üretim bandı örneği verilebilir (Dinler Sakaryalı, 2014: 189).

Radikal inovasyonlar veya gerçekleştirdiği faaliyetlerin sonucunda devrimsel inovasyonlar olarak nitelendirilebilecek inovasyonlar, pazardaki standart olarak ilerleyen işleyişin dramatik bir şekilde değişimini sağlamaktadır. Devrimsel inovasyon faaliyetlerinin gerçekleştireceği yeniliklerin standart bir dengeye sahip olan pazarlarda kabul edilip edilemeyeceğini veya Pazar potansiyelini önceden tahmin edebilmek fazlasıyla zordur (Aslantaş, 2021: 19). Genellikle küçük ölçekli işletmeler radikal inovasyonlar gerçekleştirerek pazarda rekabet avantajlarını elde ederek rekabet üstünlüğü sağlarlar (Uzkurt, 2008: 22). Radikal inovasyonlar, rekabet avantajını elde edebilmek için gerçekleştirilse de kendi bünyesinde bir takım zorluklar barındırmaktadır (Rubera vd., 2012: 1058).

Radikal inovasyonlar ve artımsal inovasyonlar arasındaki fark ve ilişki şu şekildedir; radikal inovasyonlar yaratıcılık gerektiren faaliyetler sonucunda pazarlarda yaratıcı yıkımlar meydana getirirken, artımsal inovasyonlar ise meydana gelen farklılıkları ileri bir boyuta taşınması olarak nitelendirilmektedir (Aslantaş, 2021: 19). Radikal inovasyonlar, artımsal inovasyonlara oranla daha fazla esneklik gerektirmektedir (Vila ve Kuster, 2007: 22).

Radikal inovasyonlar tümüyle yeni ürün, hizmet veya süreçler meydana getirirken, artımsal inovasyonlar ürün, hizmet ya da süreçlerin iyileştirilmesini kapsamaktadır. Radikal inovasyonlar yapısı gereği yaratıcılık gerektiren faaliyetler içerdiği için kendine özgü bir proje ile faaliyete geçirilir, bundan dolayı ürünlerde, hizmetlerde ve süreçlerde farklılıklar meydana getirir. Artımsal inovasyonlar ise ürünleri, hizmetleri veya süreçleri farklılaştırarak veyahut iyileştirerek var olan bir önceki inovasyonların devamı niteliğini taşımaktadır (Baregheh vd., 2012: 1643).

2.6.2. Artımsal inovasyon

Artımsal (kademeli, adımsal) inovasyon, yenilikler veya farklılaştırmalar sonucunda tüketicilere fayda sağlayan her çeşit yenilikleri içeren kavramdır. Artımsal inovasyon çoğu zaman radikal inovasyon sonucunda piyasada bulunan süreçlerin veya ürünlerin iyileştirilmesini içermektedir (Demirci vd., 2014: 19). Artımsal inovasyonlar sonucunda firmalar yapmış oldukları ürün iyileştirmelerinde yada yeniliklerinde rekabet güçlerini arttırırken bir diğer yandan da müşterilerinin istek veya ihtiyaçları

doğrultusunda yapmış oldukları hizmetlerden dolayı müşteri memnuniyeti kazanmaktadır (Ulusoy vd., 2008: 27).

İnovasyon örnekleri incelendiğinde bunların % 99'nun bilinenlerin yeni bir alanda kullanılması yani artımsal inovasyon şeklindeki yenilikler olduğu, kalan %1'nin ise icat sonucu piyasaya sürülen yani daha önce bilinmeyen radikal inovasyon ürünü olduğu görülmektedir (Kavrakoğlu, 2006: 167).

Radikal inovasyon ve artımsal inovasyon için verilebilecek nitelikli örneklerden biri de 1973 yılında piyasaya sürülen cep telefonu icadıdır. Cep telefonunun ilk çıkmış olduğu yıllarda yeni bilgi veya teknoloji sonucunda üretimi gerçekleştirilen yeni bir ürün olarak piyasaya sürülmüştür. İlk cep telefonu 1973 yılında icat edilmiş olup toplam ağırlığı 850 gr ağırlığındaydı. Hayatımıza ilk 1973 yılında giren cep telefonu, piyasaya çıktığı ilk günden bu güne kadar hızla gelişen teknoloji ve iletişim ihtiyaçları doğrultusunda nitelikleri sürekli olarak iyileştirilmiştir. İlk cep telefonlarında bulunan özellikler el feneri ve radyo gibi birkaç özellikten oluşmaktaydı. Daha sonraki yıllarda bu özelliklere ek olarak bluetooth, ses kayıt özelliği, renkli ekran, kamera, internet gibi iyileştirmeler gerçekleştirildi. Bu özellikler ve iyileştirmeler cep telefonlarının hafızaları genişletilerek, wi-fi ile dokunmatik ekran eklenerek günümüzde iPhone aşamasına geçildiği görülmektedir. Anlatılan örnekte görüldüğü üzere cep telefonunun özelliklerinin var olan bilgi ve teknolojilerin geliştirilmesiyle ya da sürekli olarak iyileştirilmesiyle artımsal inovasyona ve ürün inovasyonuna örnek olarak gösterilmektedir. Ancak yeni bir ürünün artımsal bir inovasyon olabilmesi için; bahsi geçen ürünün kullanımında, özelliği veya işlevselliği bakımından var olan üründen farklılık göstermesi gerekmektedir (Dinler Sakaryalı, 2014: 190).

2.7. Kaynağına Göre İnovasyon Çeşitleri

2.7.1. Kapalı inovasyon

Kapalı inovasyon modelinde işletmeler, şirket içerisinde ki bilgi alış verişinden faydalanarak gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucunda ortaya çıkardıkları iş fikirlerinin ticari değeri yüksek bir sır olarak nitelendirmektedirler. Bu tutumdan dolayı geleneksel bir yaklaşım olarak tanımlanan kapalı inovasyon sistemine göre üretilen iş fikirleri

şirket içerisinde gizli tutularak yine işletme içerisinde ki kaynaklarda kullanılmaktadır (Kaynak ve Maden, 2012: 32-36).

Kapalı inovasyon modelini, şirketler uzun yıllar boyunca kullanarak şirket içerisindeki kaynaklardan yararlanmışlardır. Kapalı inovasyon modelini benimseyen şirketler diğer rakiplerine karşı rekabet avantajını elde edebilmek için kendilerine has iş fikirlerini üretilip şirket içerisinde uygulamanın önemli bir faktör olduğunu savunmaktadırlar. Fakat zamanla şirket içerisindeki birçok iş fikrinin kullanılan model içerisindeki durumlardan dolayı uygulanamaması, ar-ge faaliyetlerinin yetersiz kalması veya tamamlanamamasından kaynaklı kapalı inovasyon modeli şirketler tarafından artık tercih edilmeyen bir model haline gelmektedir (Van de Vrande vd., 2009: 425).

Buradan hareketle kapalı inovasyon modelini benimseyen işletmeler içe dönük bir strateji uyguladıkları için gerçekleştirecekleri inovatif faaliyetlerin sınırlı kalacağı düşünülmektedir. İşletmelerin kullandığı kapalı inovasyon sistemine bakılarak kapalı inovasyonun aşağıdaki prensipleri içerdiği söylenebilmektedir (Osterwalder vd., 2011: 5):

- İnovasyonu gerçekleştirmek isteyen işletme kendi bünyesinde bulunan kaynakları kullanmalıdır.
- İnovasyonu gerçekleştiren işletme, üretmiş olduklarını da pazara kendisi sunmalıdır.
- İşletme rekabet avantajını elde edebilmek için kendi bünyesindeki üretmiş oldukları iş fikirlerinin en iyisini belirleyerek ortaya çıkartması gerekmektedir.
- İşletme gerçekleştireceği inovasyonları sıkı bir şekilde takip ederek rakiplerinin bu inovasyonlardan faydalanmasını engellemelidir.

2.7.2. Açık inovasyon

İnovasyon, küresel piyasalarda işletmeler için önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı ülkelerin ekonomik refahlarının yükselmesi için ve bu yükselişin sürdürülebilir olabilmesi için nitelikli inovasyon gerçekleştirmeleri önemli bir unsur haline gelmiştir. Küresel piyasalarda rekabet

faktörünün ön planda olması işletmeler için yeni ürün, hizmet veya süreçler üreterek piyasada ki ekonomik varlığını koruyabilmek ve devam ettirebilmek adına inovatif faaliyetler gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Şirketler bu tür yeni oluşumlarla karşı karşıya kaldıklarında bu durumlarla baş edebilmeleri için yeni strateji ve süreçler karşısında yeni yaklaşımlar benimsemeleri zorunlu bir hal almıştır.

Artan küresel rekabet ve Ar-Ge faaliyetlerinin yüksek maliyetleri ile baş edebilmek için işletmelerin, yeni ve daha açık inovasyon sistemlerini kullanmayı sadece kendi bünyelerindeki iç Ar-Ge faaliyetleri ile ekonomik varlıklarını sürdürmeyecekleri daha önce yapılmış olan literatür çalışmaları ile ortaya konulmuştur. Açık inovasyon; işletmelerin yeni ürün üretebilme ya da ürün, süreç geliştirme ve iyileştirme maliyetlerinin minimum seviyeye düşürülmesi, pazara sunacağı yeni ürünlerde, ürün kalitesinde farklılaştırma veya iyileştirme, müşteri, tedarikçi ilişkilerinde iyileşme gibi faaliyetlerine katkı sağlar (Wallin ve Von Krogh, 2010: 145). Genel olarak şirketler tarafından gerçekleştirilen inovatif faaliyetler uluslararasıdır. Küresel pazarlarda rekabet avantajını elde ederek kendi rakiplerinin önüne geçmek isteyen işletmeler, hızlı bir aksiyon göstererek yeni ürün, hizmet veya süreçler üretebilmek için müşteri, şirket personeli, tedarikçi ya da üniversiteler gibi dış kaynaklarla ortaklık kurarak “açık inovasyon” u benimsemektedir (Ayaz, 2015: 28-30).

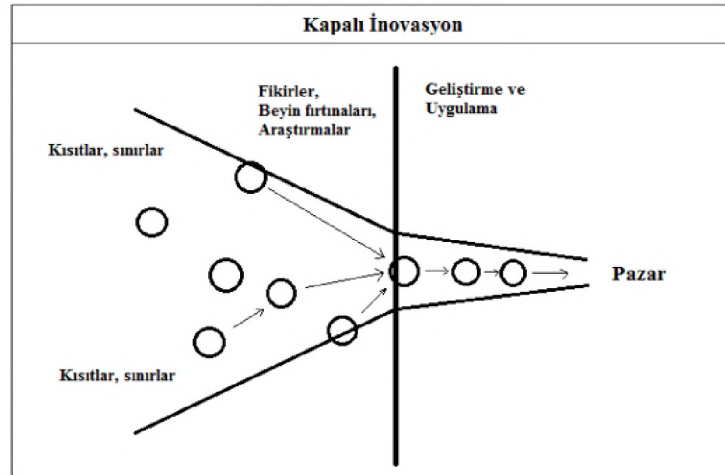
İşletmeler kendi içerisinde uzun yıllar boyunca sürdürdükleri inovasyon çabalarının pazara yeni fikirlerin girmesi, uygulanması ve gelişimi için en doğru yöntem olarak değerlendirmişlerdir (Van de Vrande vd., 2009: 424). Ancak gelişen ve gün geçtikçe iyileşen iletişim ve teknolojik faaliyetlerle beraber rekabet düzeyi de hızla artış göstermektedir. Giderek artan rekabet işletmeleri üretecekleri ürünlerinde farklılaştırma yapmalarına itmekte, bundan dolayı da işletmelerin Ar-Ge maliyetleri de artış göstermektedir. Gelişim için gerek duyulan faydalı bilgilerin işletmelerin kendi bünyelerinde üretmesinin de maliyet oluşturacağı bilinmektedir bundan dolayı ihtiyaç duyulan bilgi akışının dışarıdan kullanılmasının gerekli olduğu savunulmaktadır. İşletmelerin gerçekleştirecekleri inovatif faaliyetler için geleneksel olan inovasyon sisteminden uzaklaşarak iç ve dış kaynakları kullanarak gerekli olan bilgilerin sağlanmasıyla inovasyon uygulamalarının kapasitelerinin artırılmasında

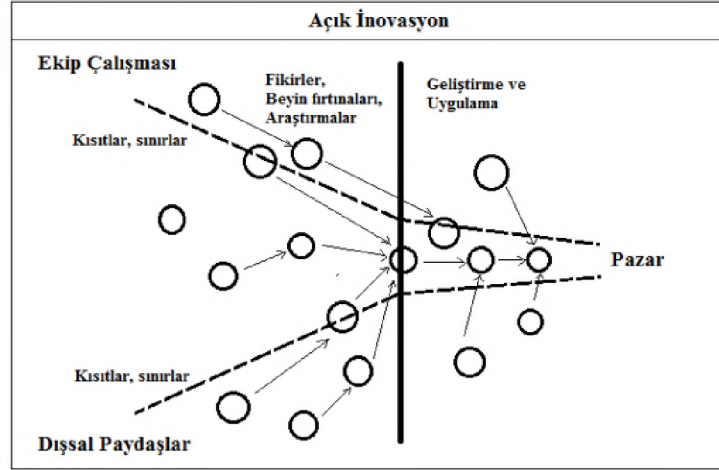
önemli bir işleve sahip olduğu görülmektedir Şekil 2.4.'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir (Linton ve Walsh, 2004: 518).

Açık inovasyon sisteminde, firmaların iç ve dış kaynakları kullanarak, kendi bünyesinden ve dış bağlantılarından elde ettikleri iş fikirlerinin ticarileştirildiği bir sistemdir. Bu sistemde firma hem iç kaynaklarından hem de dış kaynaklarından edindiği bilgiler veya iş fikirleriyle yeni projeler, teknolojiler veya süreçleri hayata geçirebilmektedir. Bunlarla beraber ortaya çıkan yenilikçi fikirler, projeler ve süreçlerin hayata aktarılmasıyla geleneksel satış yöntemlerinin haricinde; lisans kullanımları ya da devir anlaşmaları gibi yöntemlerle pazara giriş yapabilmektedir (Aslantaş, 2021: 21).

İşletmeler açık inovasyon sistemlerini kullanarak hem kendi bünyelerindeki kaynaklarla ürettikleri bilgileri kullanırlar hem de dış kaynakları kullanarak iş gücü, teknoloji ve farklı iş fikirleri gibi faktörleri kendi bünyelerine katarak dinamik bir yapı içerisine girerek iç ve dış kaynaklardan elde ettikleri bilgilerle üretim süreçlerine yön vermektedir (Saguy ve Taoukis, 2017: 68). Günümüz bilgi ekonomisinde işletmeler sadece kendi içerisinde üretmiş oldukları bilgileri kullanmaları ve bu bilgiler sonucunda üretmiş olduklarına bağlı kalmamaları sonucunda işletmelerin dış kaynaklara yönelmeleri açık inovasyon sisteminin kullanımının fazlalaşmasında önemli bir etken olmuştur (Özdemir ve Deliormanlı, 2013: 10).

Şekil 2.4. Kapalı ve Açık İnovasyonun Karşılaştırılması





Kaynak: (Rahman ve Ramos, 2010: 475)

2.7.3. İnovasyon stratejileri

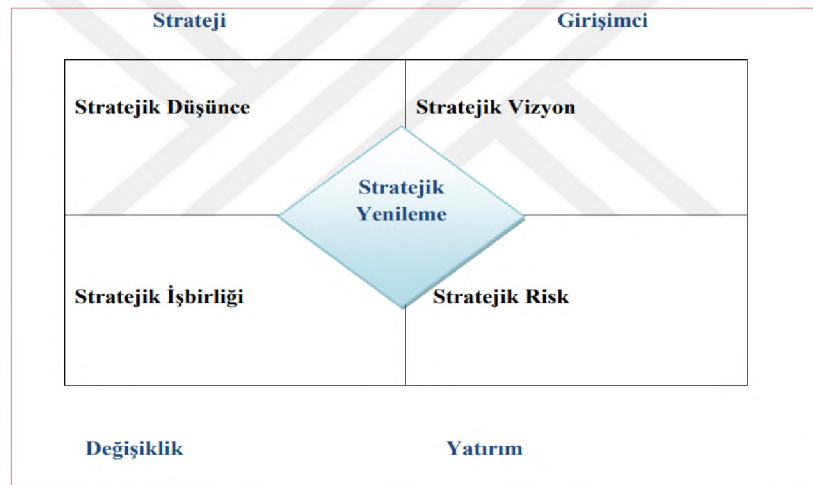
1980'li yıllardan itibaren hızla değişen çevresel şartlar ve küreselleşme ile beraber artan rekabet ortamında şirketler dış ilişkilerine daha fazla önem vermeye başlamışlardır. İşletmeler, hızla değişim gösteren dış çevreyle uyum sağlayabilmek ve bu değişimlerle rekabet edebilmek için teknolojiyi ve yeniliği yöneterek yeniliği bir rekabet stratejisi olarak benimsemişlerdir (Cumming, 1998: 26-27). Geçmişten günümüze bilginin daha kolay ulaşılabilir olmasıyla bilgi paylaşım hızının artması öğrenme ve uzmanlaşma süresini kısaltmıştır. Böylelikle inovasyon faaliyetlerinin hem geliştirilmesi hem de gerçekleştirilmesi için uygun ortamlar meydana gelmiştir. Diğer yandan bilginin daha ulaşılabilir bir hal almasıyla hız kazanan teknolojik gelişmeler, inovasyonun gerçekleştirilmesi ve inovasyon ömrünün süresini kısaltmıştır. Bundan dolayı bu tür bir ortamda bilginin, hız kazanan ürün akışıyla beraber pazarların büyümesi ve serbestleşmesi daha sert bir rekabet ortamının oluşmasına sebebiyet vermektedir. Artık şirketlerin geleneksel olan kalite ve verimlilikle fark yaratarak rekabet etme stratejisi dönemi geride kalmıştır. Günümüz ekonomi şartlarında başarılı olmanın ve uzun ömürlü olmanın tek yolu yenilikçilik kavramını benimsemekten geçmektedir. Böyle bir ortamda işletmeler, başarılı olmak ve rekabet edebilmek için inovatif faaliyetlere önem vermek zorundadırlar. İnovasyon üretmek, yenilikçi pazarlarda en önemli rekabet etme aracıdır (Özgün, 2009: 157-158).

Çoğunlukla inovasyon gerçekleştiriminin önemli bir konu olduğu söylenece de aslında inovasyon kavramının etkin ve verimli bir şekilde uygulanması gerektiği

konusunda gereken önem verilmemiştir. İnovasyon gerçekleştirmek isteyen firmalar için iki önemli problem bulunmaktadır. Bu problemlerden birincisi, inovasyonun gerçekleştirilme aşamasını oluşturan inovasyonun yönetilme problemi ikincisi ise gerçekleştirilen inovasyonların istenilen başarılı ticari aksiyonları karşılayamama problemi. inovasyon faaliyetlerinin çevresel ve toplumsal yapının değerlerini uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. inovatif faaliyetler yeni ürün, hizmet veya süreçler içermiyorsa ya da inovatif faaliyetler sonucunda gerek duyulan yeterli sunumlar gerçekleştirilmiyorsa bu yeni bir inovasyon olarak tanıtılamaz. Firmalar inovasyon konusunda başarılı olmak istiyorlarsa hem inovasyon üretebilme hem de üretilen inovasyonun ticari bir değeri sahip olabilmesi için doğru inovatif stratejileri belirleyerek uygulamaları gerekmektedir (Uzkurt, 2010: 41-42).

İşletmeler gireceği pazarlardaki hedef kitlesinin istek ve arzularını verimli bir şekilde belirlenmesi ve bu doğrultuda hareket etmesi aynı zamanda rekabette üstünlük kuracak stratejiler geliştirmesi zorunlu bir hal almıştır. İşletmeler inovatif ürün, hizmet veya süreçler gerçekleştirerek uluslararası pazarlara daha rahat bir şekilde girebilirler. Ancak gerçekleştirilmek istenen inovasyonun başarılı olabilmesi için stratejik yeniliklere gerek duyulmaktadır. Bunun içinde karmaşık stratejik yenilik içeren yöntemlerden uzak durularak sade stratejilerin uygulanmasına dikkat edilmelidir (Tekin, 2016: 49) . Stratejik inovasyon, Şekil 2.5’de olduğu gibi sade bir dille ifade edilebilir.

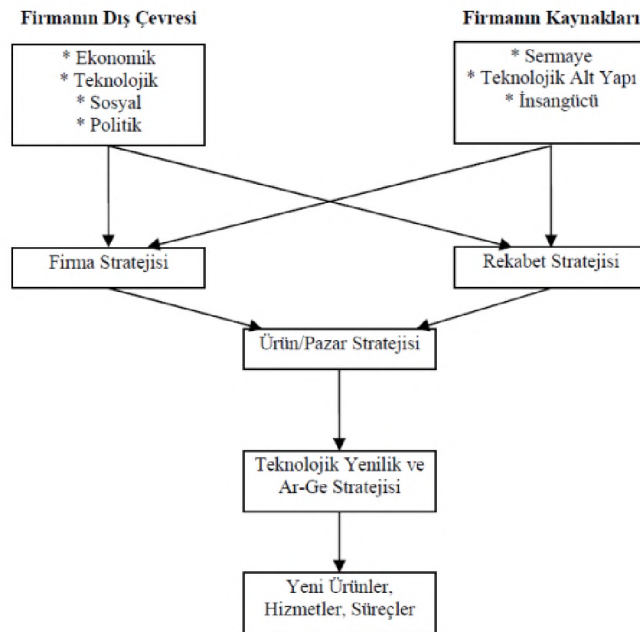
Şekil 2.5. Stratejik İnovasyon



Kaynak: (Tekin, 2016: 49)

Şekil 2.5’ de stratejik yenilenme merkez alınarak etrafına stratejik düşünce, stratejik vizyon, stratejik iş birliği ve stratejik risk konumlandırılmıştır (Zhou vd., 2005: 1050). İşletme tarafından belirlenerek kullanılacak olan bu inovasyon stratejilerinin işletmeye birçok katkısı bulunmaktadır. İşletmenin belirlediği stratejiler faaliyette bulunacağı pazarda başarılı olabilme konusunda işletmeye yardımcı olmaktadır. İnovasyon stratejisi, inovasyon faaliyetlerinin gerçekleştirileceği zaman uyulması gereken kural ve esasların belirlenmesi anlamına gelmektedir. Belirlenen kural ve esaslar doğrultusunda inovasyon, karar verme aşamasında etkili olacak en nitelikli seçeneği bulunmasına yardım ederek, işletmenin istediği noktaya hızlı bir şekilde ulaşmasına sağlamaktadır. İşletmeler pazarda rekabet üstünlüğü elde etmek ve inovasyonun getireceği avantajlardan yararlanmak istiyorlarsa Şekil 2.6’ da gösterilen esaslara göre faydalanabilecekleri stratejileri belirleyebilirler (İraz, 2005: 106-107).

Şekil 2.6. İnovasyon Stratejileri Belirleme Süreci



Kaynak: (Can, 2012: 45)

Şekil 2.6’da işletmenin kendi kaynakları ve dış çevresinin kaynaklarının, işletmenin inovasyon stratejilerini belirlemede etkili olduğunu göstermektedir.

İşletmenin belirlemiş olduğu hedefler ve rekabet etme stratejileri birbirleriyle bağlantılı olmak zorundadır. İşletmenin belirlediği büyüme stratejileri ve pazardaki payının işletmenin yenilik stratejisinde belirleyici unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Firmanın belirlemiş olduğu rekabet etme koşulları, hedef pazarı ve yapısı uygulayacağı stratejik inovasyon türlerinin belirlenmesi konusunda etkisi bulunur. Aynı zamanda inovasyon stratejilerinin belirlenmesinde firmanın beşeri ve finansal kaynakları, dış çevre faktörleri ve organizasyon kültürü de etkili olmaktadır (Arto vd., 2008: 56).

Inovasyon stratejileri; inovasyon kavramında olduğu gibi birçok farklı yazar tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda farklı sınıflandırmalar yapılarak incelenmektedir. En çok bilinen örneklerden biri olan, Freeman tarafından geliştirilen, işletmenin yeni teknolojik alanlara giriş zamanlaması ve hızını baz alan inovasyon stratejileri; saldırgan, savunmacı, taklitçi, bağımlı, geleneksel, fırsatçı stratejilerdir (Güleş ve Bülbül, 2004: 179).

2.7.4. Saldırgan strateji

Saldırgan stratejinin amaçları yeni olan bir üretim sürecini, ürünü veya hizmeti rekabet edilen rakip firmalardan önce planlayıp üreterek pazara sunma ve sektöründe liderliği elde etme amacı taşımaktadır. Bu stratejinin faaliyete geçirilebilmesi için; firmanın küresel boyutta teknoloji ve sistem bilimi ile bağının bulunması, kuvvetli bir biçimde ar-ge çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve bunların sonucunda elde ettiği yeni teknik imkân ve üstünlüklerden çabuk bir biçimde faydalanmasını bilmesi gerekmektedir. Saldırgan stratejisini benimseyen firmalar elde edecekleri yüksek gelir hedefleriyle birlikte yüksek oranda risk alma olasılıkları da söz konusudur (Taşkın ve Adalı, 2003: 103). Saldırgan stratejinin faaliyete geçirilebilmesi için firmanın doğrudan kendi kaynaklarını kullanması gerekmektedir. Bundan dolayı bu stratejide kaynak problemi yaşamayan firmalar, kaynak problemi yaşayan firmalara oranla risk alma konusunda daha rahat bir şekilde davranmaktadırlar. Sınırlı kaynaklara sahip olan firmaların saldırgan inovasyon stratejisini benimsemesi bahsi geçen faktörlerden dolayı daha zordur (Ersan, 2013: 135).

Saldırgan inovasyon stratejini benimseyen ve faaliyete geçiren firmalar, ilk olarak ar-ge çalışmalarını temel araştırmalarla başlatırlar bir sonra ki adımları ise

uygulamalı araştırmalarla firmanın rakipleri karşısında rekabet üstünlüğünü kurmasını sağlamaktadır. Fakat her zaman gerçekleştirilen yoğun ve maliyeti yüksek olan ar-ge çalışmaları firmalara verimli sonuçlar getirmemekte, bunun nedenlerinden birkaç tanesi ise; müşterilerin değişen istek, ihtiyaçları veya uygun pazar koşullarının oluşmaması sonucunda pazara sunulmadan ortadan kaldırılmaktadır (Mirze ve Ülgen, 2007: 297-298).

Saldırgan inovasyon stratejini benimseyen firmaların yüksek oranda maliyete katlanmaları gerekmektedir. Ancak başarılı olunduğu takdirde firma sektöründe lider konumuna gelmektedir. Bundan kaynaklı olarak firma yüksek oranda kar elde etme şansını sahip olur. Bu kar oranının sürekli hale getirilebilmesi için firmanın patent hakları konusunda aşırı dikkatli davranması şartıyla gerçekleşir. Firmanın dikkat etmesi gereken bir diğer konu ise uzun vadeli planlar yapmalı ve bu planlardaki risk oranlarının da dikkate alınması gerekmektedir (Schmidt vd., 2009: 523).

Saldırgan stratejiyi benimseyen firmalar öncelikle yeterli ve sağlam bir veri alt yapısına sahip olmalıdır. Dış etkenlere karşı son derece dikkatli olmalı ve aynı zamanda firma yapısının esnek olması gereklidir. Firmanın içsel- dışsal iletişime öncelik tanıyarak olası yeniliklerden hızlı bir şekilde yararlanması da son derece önemli bir konudur. Bir diğer önemli konu ise firma çalışanlarının, üstlerinin yardımları ile birlikte sorumluluk alarak oluşabilecek olası riskleri üstlenmeye razı olmaları önem arz etmektedir (Örücü vd., 2011: 63).

Saldırgan inovasyon stratejisinin, başarılı olabilmesi için üretilen yeni fikirlerin ürüne dönüştürülerek pazara sunulması tek başına yeterli olmamaktadır. Bununla birlikte firmalar üretim odaklı değil hedef kitlesindeki müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını belirleyip bu doğrultuda yeni pazarlama yöntemleri geliştirmeli veya var olan yöntemini iyileştirerek ortaya çıkabilecek fırsatları hızlıca değerlendirebilmelidirler (Sandberg, 2002: 195). Bir işletme saldırgan inovasyon stratejisini kullanmayı hedefliyorsa; güçlü bir bilgi aę yapısının olması gerekmektedir. Aynı zamanda çevresindeki faktörlere karşı aşırı derecede dikkatli olması ve örgüt yapısının esnek, yeniliklere açık, dış ve iç çevredeki gerçekleşen iletişimi hızlı bir şekilde olması gerekmektedir. Tüm bunlarla birlikte üst yönetimde risk sorumluluk

alabilme konusunda istekli olmaları büyük bir öneme sahiptir (Güleş ve Bülbül, 2004: 176).

2.7.5. Savunmacı strateji

Savunmacı stratejiyi benimseyen firmalar pazarda ilk olma riskine katlanmak yerine saldırgan stratejiyi benimseyen firmaların pazardaki hatalarından ve oluşturdukları boşluklardan faydalanarak teknik ve teknolojik değişimleri yakalamak isteyen yenilikçi firmaların benimsediği stratejidir (Örücü vd., 2011: 63).

Savunmacı inovasyon stratejisini benimseyen firmalar aynı saldırgan inovasyon stratejisini benimseyen firmalardaki gibi Ar-Ge faaliyetlerini bünyelerinde bulunmaktadırlar (Mirze ve Ülgen, 2007: 297-298). Ar-Ge faaliyetleri savunmacı inovasyon stratejisinde üzerinde durulması gereken en önemli konuların başında gelmektedir. Savunmacı inovasyon stratejisinde araştırma ve teknoloji faaliyetleri saldırgan inovasyon stratejisinde ki kadar önemlidir. Bu iki strateji arasındaki temel fark gerçekleştirilecek olan inovasyonun zamanlaması ve niteliğidir. Savunmacı inovasyon stratejisini benimseyen firmalar, buldukları sektörde lider olmayı amaçlamazlar, ancak teknolojik gelişmeleri takip ederek bu konuda lider konumuna gelmeyi amaçlarlar. Diğer bir yandan bu firmalar, yeni bir ürün geliştirerek bu ürünün pazara sunulmasındaki yüksek maliyetlere sahip olan inovasyon giderlerine katlanmazlar. Saldırgan inovasyon stratejisinde firmalar yapılan hatalardan yararlanarak dezavantajları avantaja çevirerek pazarlama ve üretim konusunda başarılı olmayı hedeflemektedirler (Manion ve Cherion, 2009: 77). Ancak bu stratejiyi faaliyete geçiren firmaların dikkat etmesi gereken önemli bir nokta bulunmaktadır. Firmanın pazardaki yeni ürünlere karşılık farklı seçenekler oluşturabilecek ürünlerle karşılık verebilmesi gerekmektedir. Bunun içinde firmanın güçlü bir teknolojik alt yapısına sahip olması gerekmektedir (Uzkurt, 2008: 173).

2.7.6. Taklitçi strateji

Firmalar savunmacı inovasyon stratejisindeki gibi sektörde lider olmayı hedeflemezler. Bu stratejide firmalar, risk almadan düşük maliyet, malzeme ve iş gücünü ellerinde bulundururlar. Genellikle teknolojinin hızla değiştiği sektörde taklitçi inovasyon stratejileri sıklıkla kullanılmaktadır (Trott, 2002: 107-108). Taklitçi inovasyon stratejisini benimseyen firmalar savunmacı ve saldırgan inovasyon

stratejisini uygulayan firmaların yüksek maliyet oranlarına katlanmadan o firmaların üretmiş oldukları ürünleri taklit ederek bir benzerini üretmektedirler (Coşkun vd., 2013: 110).

Taklitçi inovasyon stratejisini benimseyen firmaların yeni ürün geliştirmek gibi bir amaçları yoktur. Taklitçi stratejide firmalar pazarda lider konumunda bulunan firmaları takip etmektedirler (Lai, 2011: 1222). Taklitçi stratejiyi benimseyen firmalar pazarda inovasyona önemli katkıları bulunan firmalarla rekabet edebilmek için bazı avantajları ellerinde bulundurmaları gerekmektedir. Bu avantajlardan biri düşük maliyet faktörüdür. Taklitçi inovasyon stratejisinde firmalar patent hakkı, ar-ge çalışmaları, eğitim ve teknik hizmetler gibi inovasyon gerçekleştirmek için gereken yüksek maliyetleri firmaları taklit ederek minimum maliyetle gerçekleştirebilmektedirler. Savunmacı ve saldırgan stratejileri benimseyen firmaların taklitçi stratejiyi benimseyen firmaların önüne geçebilmek için teknolojik faaliyetlerini sürekli olarak güncel tutmaları önemli bir faktördür (Pitta, 2008: 283).

2.7.7. Bağımlı strateji

Bağımlı inovasyon stratejisini uygulayan işletmeler ürün tasarımında, ar-ge çalışmalarında çoğunlukla bir faaliyet içerisine girmeyen küçük çaplı ve sermaye yoğun işletmelerdir. Bağımlı işletmeler, bir taraftan da kendilerinden yapısal olarak büyük olan işletmelerin bir alt bölümü gibi çalışmalarını gerçekleştirirler. Ancak bundan dolayı yine de gelişmeye ya da pazardaki pay oranını büyütme gibi faktörlerden vazgeçmeyerek bağımsızlıklarını kaybetmek gibi bir düşünceleri bulunmamaktadır (Barutçugil, 1981: 38-39).

Bağımlı inovasyon strateji, firmalar tarafından bir rekabet stratejisi olarak da kullanılabilir. Firmalar bu stratejiyi büyüme ve ya küçülme stratejisi olarak kullanabilirler. Tam bağımlı inovasyon stratejisini benimseyen firmalar teknolojik ve yenilikçilik bakımından çoğunlukla büyük ve güçlü firmaların bir alt bölümü gibi çalışmalarını devam ettirebilmektedir. Örneğin; kendi pazarında büyük ve güçlü bir konumda olan bir tekstil firması, kendi alt bölümüne bağımlı olan başka bir firmanın boya tesislerinde üretimini gerçekleştirebilir. Veya bulunduğu pazardan farklı bir pazara yönelmek isteyen firma yine bunun için farklı bir firmayı distribütör olarak kullanabilir (Durna, 2002: 140).

2.7.8. Geleneksel strateji

Geleneksel inovasyon stratejisi, akademik çalışmalardan ziyade mesleki yetenekler doğrultusunda şekillenerek gerçekleştirilen bir strateji türüdür. Geleneksel stratejide piyasalardan gelen bir değişim isteğinin olmaması veya rekabet ortamında değişime gerek duyulmaması durumunda inovatif faaliyetler yapılmamaktadır. Gerçekleştirilen inovatif faaliyetler teknolojik inovasyonlardan ziyade trend olan tasarımsal inovasyonlardan oluşmaktadır. Bundan dolayı işletmeler geleneksel yetenekleri ile yüksek oranda talep oluşturabilirler. Ancak teknolojik manada inovatif faaliyetlerin yüksek oranda gerçekleştirildiği ve teknolojiye bağımlı olan endüstrilerde yaşamlarını devam ettirebilmeleri olasılığı yüksek bir durum değildir. İlerleyen süreçte rakip işletmelerin gerçekleştirdikleri inovatif faaliyetler sonucunda bu işletmeler zamanla dışlanmaktadır (Adıgüzel, 2012: 73).

Geleneksel inovasyon stratejisi üç farklı sınıfa ayrılır. Bunların birincisi; iletişim konusunda elde edilen verimlilik oranlarıdır. Burada işletme daha çok kendi kalitesini ve rekabet kalitesini belirtir. İkinicisi; rn tasarlama olarak belirtilen işletmenin üretim alanında oluşturduğu rekabeti belirtir. ncs ise pazar amacının rekabeti olarak belirtilir (Mourdoukoutas, 1998: 228). Belirtilen bu stratejilerde pazarın yeniliklere karşı bir istekte bulunulmadığı görülürse veya oluşan rekabet ortamında işletme inovatif faaliyetlere zorlandığını anlayamaz ise hizmet ve ürünlerinde gerekli inovatif faaliyetleri gerçekleştirme veya üretmiş oldukları ürünlerde yenileme ihtiyaı duymazlar (Aygen, 2006: 49-50).

2.7.9. Fırsatları izleme stratejisi

Fırsatçı inovasyon stratejisini benimseyen işletmeler girişimcilik ve yaratıcılık kavramlarını st düzeyde tutmaları gerekmektedir. Bunu içinde pazarlarda bulunan eskilikleri veya boşlukları fark ederek ihtiyaç duyulan ürünleri üreterek inovatif faaliyetler gerçekleştirmesi gerekmektedir (Gökçek, 2007: 76).

Bu strateji de işletmeler; rakip işletmelerin güçlü ve zayıf yönlerini analiz ederek, en zayıf oldukları anı beklerler. Başarılı olabilmek için nitelikli iletişime, pazarlarda ortaya çıkan fırsatları n görmeye ve yüksek kapasitede pazar bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Fırsatçı inovasyon stratejisinin temelinde yeni girişimcilik fikirlerinin rekabet edilen işletmelerden daha önce araştırılıp bulunarak

veya kendilerinden büyük işletmelerin önem vermediği fikirleri ya da fırsatları değerlendirmeleri bulunmaktadır (İraz, 2005: 111).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Bu bölümde sistem düşüncesi ve sistem dinamiğinin tarihsel gelişimi, sistem dinamiği modeli yapısı ve sistem dinamiği modelleme süreçleri açıklanmış ve triz kavramı, metodolojisi ve araçları hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak biomimikri ve triz kavramlarının birleştirilmesiyle oluşturulan biotriz kavramı açıklanmıştır.

Sistem düşüncesi, triz, inovasyon ve biyomimikri kavramları birbirleriyle sıkı bir ilişki içerisindedir. Sistem düşüncesi, inovasyon sürecini daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Bu kavramlar, birbirini tamamlayan yaklaşımlardır. Bir araya getirildiklerinde, daha etkili ve sürdürülebilir inovasyonlar ortaya çıkarmamıza olanak tanır. Bu dört kavramın birleşimi, problem çözme sürecinde bütüncül bir yaklaşım sunar. Doğadan ilham almak, sistem düşüncesini entegre etmek ve inovasyonu teşvik etmek, daha sağlam, etkili ve sürdürülebilir çözümler üretebilmemize olanak sağlar.

3.1. Sistem Düşüncesi ve Sistem Dinamiğinin Tarihsel Gelişimi

3.1.1. Sistem düşüncesi

Sistem, küme elemanlarının belli sınırları olan ve birbiri ile bağlantısı olan bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Sezen, 2009: 13). Sistem düşüncesi ise sistemlerin tamamını açık bir biçimde görülmesine imkân tanıyarak sistem için yapılabilecek değişikliklerin izlenmesine destek olur (Şenaras ve Sezen, 2017: 674). Sistem düşüncesi; “Organizasyonel kararları ve davranışları içerisinde barındıran sistemleri oluşturan yapıların, birbirleri ile arasındaki bağı incelemeye yönelik ve bunları bir fonksiyonun parçası olarak algılayan yöntemler, araçlar ve prensipler bütünü” olarak tanımlanabilir (Şenaras ve Sezen, 2017: 671). Temelinde sistem düşüncesi var olan tüm sistemlerin davranış şekillerini ortak bir prensip içerisinde bulundurduğu söylenebilir.

Sistem düşüncesi; bilimsel yaklaşım, bütüncül yaklaşım ve disiplinler arası yaklaşım olarak üç temel ilkeye dayandırılmaktadır. Bütüncül yaklaşım; Aristoteles’in “Bütün; parçaların toplamından daha büyüktür” ifadesinden yola çıkılarak sistemi birbiriyle ilintili yapılardan oluşmuş etrafındaki parçalarla etkileşim halinde olan bir bütünlük olarak ele alır. Tüm elemanlar bir bütün olarak düşünüldüğü zaman işlevsel bir kavram olduğu ortaya çıkar. Sistemin içerisindeki problemler birbirinden

ayrıştırılmaz ve bir probleme bulunan çözüm bir diğer problemi etkiler veya yeni problemlerin oluşmasına sebep olabilir. Bütün bilimlerin felsefeyle iç içeyken bir disiplinler arası kişilikleri bulunurdu. Ancak şimdi ise iş paylaşımı- uzmanlaşma gibi faktörlerin yanı sıra aşırı bilgi artışının sonucu olarak kişilerin farklı bilim dallarına (disiplinlere) dair detaylı bilgi sahibi olmaması imkânsız bir hal almıştır. Bundan dolayı günümüzde disiplinler arası kişiliklerin yerini takım çalışmaları yer almaktadır. Disiplinler arası yaklaşım; farklı bilim dallarının uzmanlaşmış bireylerini bir araya getirerek oluşan problemlere farklı pencerelerden bakarak karar alabilme ve çözüm üretebilmesidir. Bilimsel yaklaşım da ise; problemin çözüm sürecinde deneye, gözleme, ussal kanıtlamaya dayalı geliştirilen uygun bilimsel metotlardan gerekli ve yeterli bir şekilde faydalanılması olarak tanımlanabilir (Sezen, 2007: 6).

Temel anlamda sistem düşüncesi karşımıza dünyaya farklı bir bakış ve inceleme yöntemi olarak çıkmaktadır. Günümüzde karşımıza çıkan sorunların net bir şekilde anlaşılması için doğrusal nedensellik yerine karşılıklı bağımlılık olgusunun yaklaşımlarımızda yer edinmesi gerekmektedir. Bunun amacı ise sistem çalışmasının daha iyi bir biçimde gerçekleştirebileceğimiz ile ilgili düşünme yöntemimizi daha verimli bir şekilde kullanılmasını amaçlamaktadır. Sistem düşüncesi yaklaşımının anlaşılabilir, uygulanabilir ve sorunları çözmeye yönelik faktörlerle nitelendirilmesi disiplinler arası yaklaşım içerisinde yer alarak büyütülmesi, sistem dinamiği çalışmalarının bir sonucu olarak meydana çıkarılması ile sağlanmıştır. Böylelikle sistem yaklaşımı konusunda ki disiplinler arası yaklaşım, farklı ve yeni bir bakış açısı oluşturarak karmaşık ve doğrusal olmayan “ gerçek hayatın içindeki” sorunların çözümlerine olanak tanımıştır (Gökçe, 2008: 84).

Bir sistemin eylemini öngörebilmek veya içerisinde bulunan problemi anlayabilmek için uygulanan geleneksel analitik yaklaşım, zihnin dikkatini sistemin anlık durumlarına yoğunlaştırmaktadır. Hâlbuki bu durum var olan gerçek dünyada da bu şekilde işlemektedir. Eylemler sistem davranışını belirlemekte, tam tersine sistemin eylemlerinin bir sonucu olarak meydana çıkmaktadır. Buna göre sistem eylemlerinin nasıl bir şekilde var olduğunu incelemek gerekirse, sistem elemanlarının aralarındaki etkileşimlerinin var ettiği sistem yapısının belirlenmesi öncelikle gerekmektedir (Şenol, 2011: 23).

Sistem ve alt sistemler arasındaki ilişki de sistem, birbiriyle ilişkili ve birbirleriyle etkileşim halinde olan unsurların bir araya gelmesiyle oluşan bir bütündür. Alt sistem ise, sistemin daha küçük parçalarından biridir.

Sistem ve alt sistemler arasındaki ilişki, bir bütünün parçalarının birbiriyle olan ilişkisine benzer. Sistemin amacına ulaşması, alt sistemlerin amaçlarına ulaşmasına bağlıdır. Alt sistemlerin birbiriyle etkileşim halinde olması, sistemin sorunsuz bir şekilde işlemlerini sağlar.

Sistem ve alt sistemler arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için insan vücudunu örnek olarak verebiliriz. İnsan vücudu, sinir sistemi, dolaşım sistemi, kas sistemi, boşaltım sistemi gibi alt sistemlerden oluşur. Bu alt sistemler, birbiriyle etkileşim halinde çalışarak insanın yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesini sağlar. Sinir sistemi, vücudun diğer sistemlerini kontrol eder. Dolaşım sistemi, vücuda gerekli besin ve oksijeni taşır. Kas sistemi, vücudun hareket etmesini sağlar. Boşaltım sistemi, vücuttan atıkların atılmasını sağlar. Bu alt sistemlerden herhangi birinin işlevini yerine getirememesi, diğer alt sistemleri de etkileyebilir. Örneğin, dolaşım sisteminin işlevini yerine getirememesi, vücudun diğer sistemlerine gerekli besin ve oksijenin taşınmasını engeller. Bu da diğer alt sistemlerin işlevlerini yerine getirememelerine neden olabilir. Bunun sonucu ise Sistem ve alt sistemler arasındaki ilişki, bir bütünün parçalarının birbiriyle olan ilişkisine benzer. Sistemin amacına ulaşması, alt sistemlerin amaçlarına ulaşmasına bağlıdır. Alt sistemlerin birbiriyle etkileşim halinde olması, sistemin sorunsuz bir şekilde işlemlerini sağlar (Tecim, 2004: 81).

Sistem düşüncesi bizlere bütün olay örgüsünü şeffaf ve net bir şekilde gösterir. Aynı zamanda da sistem içerisinde yapılacak değişikliklerinde en verimli şekilde yapılabilmesi için bizlere yardımcı olur. Sistem düşüncesinin prensipleri aşağıdaki gibidir (Hoşyılmaz, 2019: 7);

- Sistem sadece parçalarla değil bir bütün olarak vurgulanır. Bunun sebebi ise sorunun meydana geldiği an ilgilenilen sorunun aslında küçük parça değil büyük sistemin bir parçasının olmasıdır. Meydana gelen sorunları bulabilmek için küçük sistemin parçalarına değil büyük sisteme odaklanılması gerekmektedir. Böylelikle odaklanılan soruna daha geniş ve daha etkili çözümlerin bulunması muhtemeldir.

- Bakış açılarının uzun ve kısa vadeli olması gerekmektedir. Alınması gereken bir kararda ise etkiler ve dengesi olarak iki farklı alternatifle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Genel tanımıyla sistem düşüncesi; farklı ve geniş bir bakış açısıyla var olan bütün yollarla birlikte, sorunların farklı bölümleri arasında ki etkileşimleri inceler (Tecim, 2004: 79). Sistemleri oluşturan organizosyanel karar ve davranışların birbiriyle arasında bulunan ilişkiyi araştırmaya yönelik ve bu iki faktörün ortak bir fonksiyonun parçası olarak tanımlayan araç-gereç ve prensiplerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Sistem düşüncesinin altında yatan asıl düşünce var olan bütün sistem davranışlarının belli başlı bazı ortak prensipleri takip etmesidir. Sistem düşüncesi düşünme yöntemimizi de verimli bir şekilde kullanabilmemizi amaçlamaktadır. Bu sebeple iki önemli kavram olan sistem ve düşünüşün birlikte kullanılmasıyla sistem düşüncesinin sistem dinamiği ve sistem düşüncesi için yapılabilecek bir tanım gerekirse; sistemin alt yapısını detaylı ve sürekli inceleyecek bir anlayış benimseyerek sistemin davranışı hakkında güvenilir sonuçlar çıkarmaya çalışan bilimsel ve sanatsal bir faaliyet olarak tanımlanabilir (Gökçe, 2008: 84-85).

3.1.2. Sistem dinamiği

Son yıllarda sistem dinamiği alanında yapılan çalışmalar oldukça fazlaşmıştır. Sistem dinamiği yaklaşımı birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Sistem dinamiğinin bu kadar çok önem kazanmasının ve sık sık kullanılmasının en önemli nedeni ise günümüzde “sistem yaklaşımı” kavramının neredeyse bütün alanlarda kullanılarak, sistem analizine duyulan ihtiyacın fazlaşmasından kaynaklanmaktadır.

Sistem dinamiği 1950’li yıllarda Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde Profesör Jay W. Forrester tarafından bulunmuştur (Şenol, 2013: 24) Geçen yıllar içerisinde sistem dinamiği konusu olumlu bir şekilde gelişerek yöneylem araştırmaları ve yönetim bilimlerinde oldukça fazla uygulama alanları bulmuştur. Sistem dinamiği konusu hakkında yapılmış birçok araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Sistem dinamiği, karmaşık sistemleri ve problemleri modellemek, sistem parçalarının arasındaki bağlantıları saptayarak tüm sistemin zamanla göstereceği

davranışların nedenlerinin anlaşılması için planlanmış etkili bir benzetim modelleme tekniğidir (Hoşyılmaz, 2019: 9). Sistem dinamiği bir şeylerin ilerleyen zaman içerisinde ne tür değişimler geçirdiği ile ilgilenir. Birçok insan geçen zamanın şuan bulunduğumuz anı ne şekilde oluşturduğunu ve şuan ki davranışların gelecek zamanı nasıl etkilediğiyle ilgilenir (Forrester, 1995: 16).

Kavramsal olarak dinamik, ilerleyen zaman içerisindeki değişimi ifade eder. Sürekli olarak değişim gösteren bir durum dinamik olarak adlandırılır. Sistem dinamiği yaklaşımında ise sistemin zaman içerisinde hangi şekilde değiştiğini algılamak için kullanılan bir metottur. Geçen zaman içerisinde farklılaşan bir sistemi oluşturan parçalar ve değişkenler sistemin davranışı olarak nitelendirilmektedir. Burada ki amaç değişkenlerin asıl davranış şeklini anlamayı, bu davranış şekline neden olan faktörleri bulmayı ve sistemin davranışını iyileştirmeyi amaçlar. Bu sebeple sistem dinamiklerinin, sistemin zaman kavramına bağlı olarak hangi şekilde ve nasıl değiştiğini gösteren bir metot olduğu söylenebilmektedir. Dinamik sistemlerde değişkenler aynı zaman dilimi içerisinde birbirlerini etkilemektedirler (Şenaras, 2016: 47-48).

Sistem dinamikleri, birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Savunma, kentsel ve bölgesel kalkınma, işletme yönetimi, bankacılık, endüstriyel alan ve çeşitli sanayiler, ekonomi, finans, imalat, biyoloji, eğitim, sağlık, tıp, diş hekimliği, mühendislik, ormancılık, balıkçılık, enerji, çevre, ulaşım, psikoloji vb. alanlarda sistem dinamikleri kullanılarak, çeşitli sorunlara çözümler üretilmiştir.

Sistem dinamiği yaklaşımı birçok farklı araştırmacıların çalışmalarıyla zenginleştirilmiş ve geliştirilmiştir bu çalışmalar; sistem teorisi, bilgi bilimi, örgütsel teori, kontrol teorisi, taktiksel karar verme, sibernetik ve askeri oyunlar olarak sıralanabilir (Bahadır, 2020: 36-37).

Forrester (1961) sistem dinamiği konusunu, yönetilen sistemlerin bilgi-geribildirim faaliyetlerinin özelliklerini araştırıp eksik veya hatalı yönlerini bularak bunları geliştirip örgütsel sistemlere yön veren stratejiler tasarlanması için kullanılan bir model olarak tanımlamaktadır. Coyle (1996) sistem dinamiğini yönetim bilimlerinin bir parçası olduğunu ve sosyo- ekonomik sistemlerin kontrol veya denetlenebilmesin de kullanılan bir yöntem olarak ifade edilmiştir. Wolstenholme

(1990) karmaşık sistem süreçleri, bilgi akışları, örgütsel faaliyetlerin sınırları ve stratejik planları belirleyen üreten ve tüm bunlara çözüm üreten nitel bir yöntem olarak tanımlamıştır. Radzicki (2007) ise karışık, doğrusal olmayan, dinamik geri bildirim sistemlerinin incelenmesinde ve sistem performansını daha iyi bir seviyeye getirebilmek için strateji tasarımında kullanılan bir benzetim metodu olarak tanımlanmaktadır (Şenaras, 2016: 47-51).

Sterman'a göre sistem dinamiği, benzetim yöntemlerinden bir tanesidir ve karmaşık sistemleri anlayabilmek için kullanabileceğimiz yardımcı bir yöntemdir. Karışık olan sistemleri anlayabilmek için bize yön verir. Bir diğer avantajı ise sistemlere ayrı ayrı değil de bir bütün olarak görmemize yardımcı olduğu için yüksek düzeyde bilgi sahibi olmamıza olanak sağlar. Aynı zamanda karar verilmesi gereken konularda karar verenlere yardımcı olur. Sistemleri kümelerden meydana gelen bir bütün olarak incelemeyi bütünü bir grup olarak inceler. Sistem dinamiği;

- Gerçekleştirilen faaliyetlerin kısa veya uzun dönemlerindeki elde edilen sonuçları arasındaki farklılıkları anlayabilmemiz için bize yardımcı olur.
- Doğrusal olmayan bağlantıları anlamamıza yardımcı olur.
- Gerçekleştirilmesi zaman alacak geri beslemelerin etkilerini hızlı bir şekilde anlamamızı sağlar.
- Sistemleri stoklar ve akışlardan meydana getirerek bir bütün olarak algılar.
- Sistemleri stokların ve akışların hızlarıyla modeller (Oğuz, 2019: 7).

3.1.3. Sistem dinamiği modelinin yapısı

Sistemin modelleri incelenerek gerçek sistem dinamikleri incelenebilir. Modeller, sistemlerin eylemlerini gözetlemek düşüncesiyle sadeleştirilmiş yapılardır (Karnopp vd., 1990: 4). Modeller, farklı seçeneklerle sunulan kararların ekonomik göstergeler ve bölgesel kalite faktörlerinin üzerinde bıraktığı etkilerin net bir şekilde algılanması sebebiyle kurulur. Modeller yeni veya farklı bilgilere ulaşılması konusunda önemli araçlardır (Ruth ve Hannon, 2012: 4).

Modelin amacı problemin çözümlenebilmesi için açık ve belirgin bir şekilde olmasıdır. Açık amacı olan model başarılı bir çalışmanın en önemli parçasıdır. Açık

amacı bulunan bir modelde normal olarak yanlış, çoğunlukla büyük ve zor anlaşılır olabilir. Ancak açık bir amacı olan model kullanımında ortada olan sorunun çözülüp çözülmeyeceği konusunda faydalı veya faydasız olacağını belirten soruların sorulma imkânını da sağlar (Sterman, 1991: 5).

Forrester'ın (1969) sistem dinamikleri hiyerarşisi, karmaşık sistemlerin davranışını anlamak ve modellemek için kullanılan bir araçtır. Bu hiyerarşi, dört temel yapısal elemanı tanımlar:

- Sistemin sınırları: Sistemdeki varlıkları ve süreçleri tanımlar.
- Geri besleme döngüleri: Sistemdeki etkileşimleri tanımlar.
- Seviye (durum) değişkenleri: Sistemdeki toplamları gösterir.
- Oran (akış) değişkenleri: Sistemdeki eylemleri gösterir.

Sistemin sınırları, sistemin neleri içerdiğini ve neleri içermediğini belirler. Bu sınırlar, fiziksel veya mantıksal olabilir. Örneğin, bir işletmenin sistemi, işletmenin binaları, ekipmanları ve çalışanları tarafından tanımlanabilir.

Geri besleme döngüleri, sistemin bileşenleri arasındaki etkileşimleri tanımlar. Geri besleme döngüleri, pozitif veya negatif olabilir. Pozitif geri besleme döngüleri, sistemin davranışını güçlendirir. Negatif geri besleme döngüleri, sistemin davranışını dengeler.

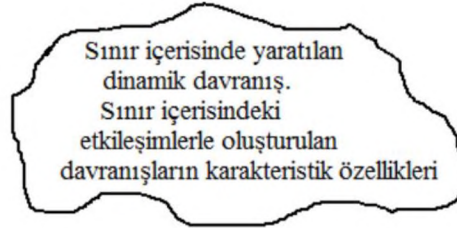
Seviye (durum) değişkenleri, sistemin toplamlarını gösterir. Bu değişkenler, sistemin belirli bir zamandaki durumunu tanımlar. Örneğin, bir işletmenin stok seviyesi, bir işletmenin seviyesini gösteren bir durum değişkenidir.

Oran (akış) değişkenleri, sistemin eylemlerini gösterir. Bu değişkenler, sistemin bileşenleri arasında malzeme, enerji veya bilgi akışını tanımlar. Örneğin, bir işletmenin üretimi, bir işletmenin akış değişkenidir.

Forrester'ın sistem dinamikleri hiyerarşisi, karmaşık sistemleri anlamak ve modellemek için güçlü bir araçtır. Bu hiyerarşi, sistemlerin davranışını daha iyi anlamamıza ve bu davranışı etkileyebilecek faktörleri belirlememize yardımcı olabilir.

Bir sistemin karakteristik davranışlarını oluşturabilmek için bütün kavramını geliştirmeli ve etki alanlarının bulunduğu sınırlar bilinmelidir. (Forrester, 1969: 12). Şekil 3.1' de dinamik bir sistemi tanımlayan kapalı sınırı göstermektedir.

Şekil 3.1. Dinamik Bir Sistemi Tanımlayan Kapalı Sınır



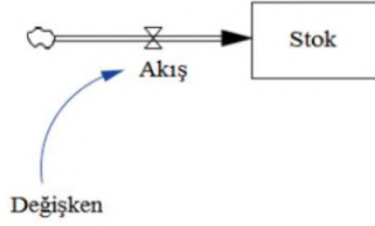
Kaynak: (Forrester, 1969: 13)

Dinamik bir modelden elde edilmek istenen amaçların meydana gerilebilmesi için aşağıda söz edilen özellikleri içerisinde barındırması gerekmektedir (Erkut, 1983: 42-43):

1. Tahmin edilen neden-sonuç arasındaki ilişkiyi tanımlama yeteneğine sahip olmak.
2. Kolay bir matematik yapısına sahip olmak.
3. İçerisinde barındırdığı kavramların ekonomik ve sosyal yapısına uygun olması.
4. Bilgisayarların uygulama sınırlarını aşmadan çok sayıda değişkene genişletebilmek.
5. Sürekli etkileşimleri üretebilmek ve işleyebilmek.

Sistemlerin eylemlerini tanımlamak ve anlamlandırabilmek için sistem dinamiği dilini bilmek gerekmektedir. Forrester tarafından bulunan sistem dinamiği dili Şekil 3.2' de gösterilmiştir. Sistem dinamiği dili; stoklar, akışlar, karar fonksiyonu ve bilgi akışları olmak üzere dört ayrı faktörden oluşmaktadır. Sistem ne kadar karmaşık olursa olsun yukarıda belirtilen dört faktör sayesinde söz konusu sistemi anlamlandırmak mümkün olacaktır (Şenaras ve Sezen, 2017: 43).

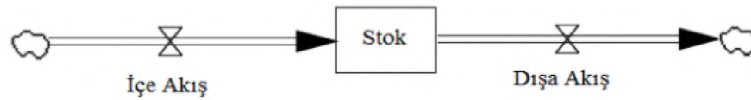
Şekil 3.2. Sistem Dinamiği Dili



Kaynak: (Şenaras, 2017: 677)

Sistem dinamiğini oluşturan en önemli kavram stoklardır. Stok kavramı olmadan sistem tanımlanamaz. Bunun sebebi ise sistem dinamiğinde bir model oluşturulabilmesi ancak stokların birleşmesi ile mümkün olmaktadır. Burada bahsedilen stok kavramı muhasebedeki stok kavramı ile farklı anlamlara gelmektedir karıştırılmaması gerekir. Stok kavramı sistem dinamiğinde birikimleri ifade etmektedir. Bir örnek vermek gerekirse herhangi bir işletmenin bünyesinde çalışan elemanlar sistem dinamiği açısından bir stoktur. Yine aynı şekilde bir bölgede yaşayan kişiler de bir stoktur. Stoklar direkt olarak değiştirilemezler, yalnızca akışlarla değişirler. Temel anlamda sistem dinamiğinde “stok” belirli bir süre içerisinde var olan toplam nesnelerin bütün olarak tanımlanır (Yamaguchi, 2020: 23). Stok yapısı Şekil 3.3’te gösterilmiştir.

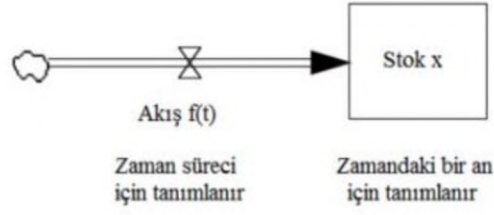
Şekil 3.3. Sistem Dinamiğinde Stok Yapısı



Kaynak: (Şenaras, 2017: 678)

Akış kavramı ise birim zamanda stoktaki artış veya azalış olarak tanımlanır. Akış, zamanın iki nokta arasındaki miktar ile tanımlanırken; stoklar zamanın belli bir noktasındaki miktar olarak tanımlanabilir. Kısaca akış, stoğun değişim oranıdır ve stoktaki değişimleri gösterir (Şenaras, 2017: 678). Şekil 3.4’te stok ve akış kavramının arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Şekil 3.4. Stok, Akış İlişkisi



Kaynak: (Şenaras, 2017: 679)

Sistem dinamiği dilinin diğer iki kavramı ise karar fonksiyonları ve bilgi akışlarıdır. Karar fonksiyonları ile stoklardaki bilgilerin karara dönüşümünü belirleyen politikalar belirlenmektedir. Dinamik içerisinde verilen tüm kararlar bir eylem üretir ve akış oranı olarak da nitelendirilir. Karar fonksiyonları ise stoklardaki bilgiye göre şekillenir (Akgün ve Kıvraklar, 2021: 26).

3.1.4. Sistem dinamiği modelleme süreci

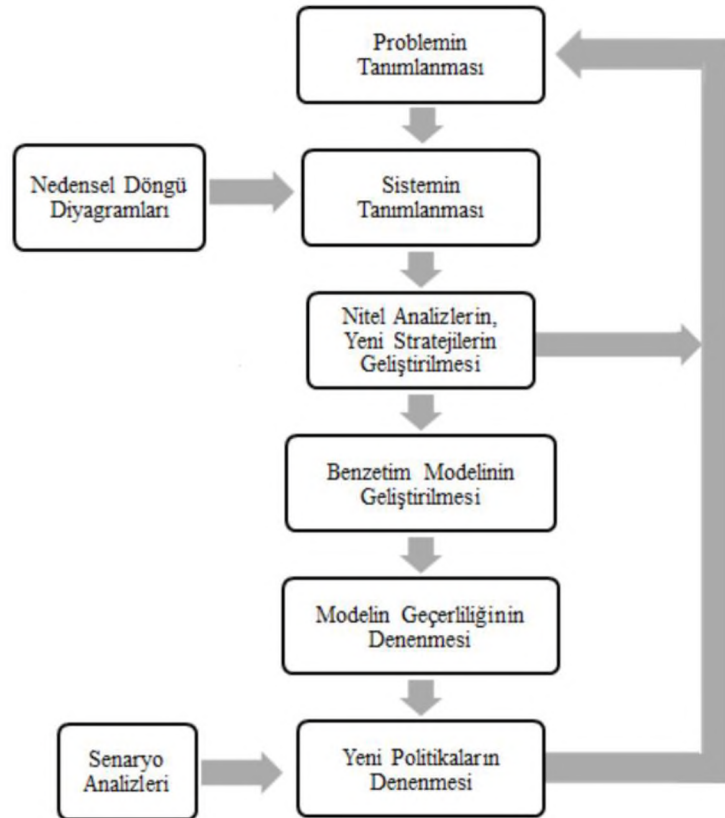
Sistem dinamiği analizi için izlenmesi gerek adımlar ilk kez Jay W. Forrester tarafından "Endüstriyel Dinamikler" kitabında anlatılmıştır. Bu açıklamalara göre sistem dinamiği yaklaşımında aşağıdaki adımlar izlenebilir: (Forrester, 1997: 13).

1. Problemin belirlenmesi.
2. Birbirleriyle etkileşim halinde olmaları sonucunda izlenen belirtileri oluşturan faktörlerden ayrıştırılması.
3. Yeni kararlara ve var olan bilgilerdeki farklılıklara sebep olan kararları oluşturan bilgiye bağlı geri besleme döngülerinin arasındaki neden-sonuç ilişkisinin izlenmesi.
4. Elde bulunan bilgi akışları ile ilgili verilen kararlara ne şekilde ulaşıldığını gösteren resmi karar politikalarının formüle edilmesi.
5. Karar politikalarının, bilgi kaynaklarının ve sistem parçalarının birbirleriyle arasındaki iletişimlerinin matematik modelinin tasarlanması.
6. Devam eden süreçte model tarafından belirlenen sistem davranışının ortaya çıkarılması (zamandan tasarruf edilmesi için hesaplamaları bilgisayar üzerinden yaparak).

7. Elde edilen sonuçların gerçek sistemdeki var olan tüm bilgilerle karşılaştırılması.
8. Tasarlanan modelin geçerli seviyede olması ve gerçeği yansıtana kadar revize edilmesi.
9. Sistem davranışını ilerletmek için model üzerinde farklılıklar yaparak gerçek sistemde hangi şekilde farklılıklar ortaya çıkacağını görebek için örgütsel faaliyetlerin ve politikaların yeniden tasarlanması.
10. Gerçek sistemin, model ile gerçekleştirilen deneylerin performansı ile pozitif anlamda gelişeceğini gösteren bir şekilde değiştirilmesi (Şenol, 2013: 26-27).

Şekil 3.5'te Sistem Dinamiği modelleme aşamaları gösterilmektedir.

Şekil 3.5. Sistem Dinamiği Modelleme Aşamaları



Kaynak: (Şenaras, 2016: 63)

Sistem dinamikleri, karmaşık sistemlerin davranışını anlamak ve modellemek için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik, beş aşamalı bir modelleme sürecini takip eder:

- Problemin tanımlanması: Bu adımda, problemin açık ve net bir şekilde tanımlanması ve ilgilenecek kişi veya kişilerin bulunması ile ilgilidir.
- Sistem tanımı: Bu adımda, nedensel döngü diyagramları olarak da adlandırılan etki diyagramlarının oluşturulmasıyla sistem tanımlanır.
- Nitel analizler: Bu adımda, sistemin davranışını anlamak için nitel analizler gerçekleştirilir.
- Benzetim modelinin geliştirilmesi ve test edilmesi: Bu adımda, sistemin davranışını simüle etmek için bir bilgisayar modeli geliştirilir ve test edilir.
- Politika tasarımı: Bu adımda, sistem dinamikleri ile yapılan analiz sonuçları politika tasarımı ile gerçekleştirilir (Şenaras, 2016: 63).

Sistem dinamiği aslında bir süreç modelleme yöntemidir. Sistem dinamiği istisnai değişkenlerin değerlerini istenilen seviyelerde formül önermek yerine, kendi içerisindeki sistemde var olan karar verme süreçlerini yeni baştan üretebilmek için gayret gösterir. Kısacası sistem dinamiği yaklaşımının bir öngöründen ziyade bir açıklama ve politika yaratabilme konusunda yoğunlaşır (Erkut, 1983: 17). Sistem dinamiği modeli oluşturmak oldukça zaman isteyen bir süreçtir ancak ortaya koyduğu sonuçları anlamak oldukça basit ve anlaşılırdır (Oğuz, 2019: 8). Sistem dinamiği modellemesine göre, benzetim modelleri sadece ileriye dönük öngörüler yapmak yerine karmaşık sistemlerin yapı ve davranışlarını algılayabilmek için bir bilgilendirme yöntemi olarak da kullanılmaktadır. Bu sebeple model, belirlenmiş kararların ileride sebep olacağı farklılıkları öngörebilmemize destek sağlayan bir yöntem olarak önemini korurken, “modelleme” önemli bir öğrenme süreci olarak nitelendirilmektedir (Şenaras, 2016: 52).

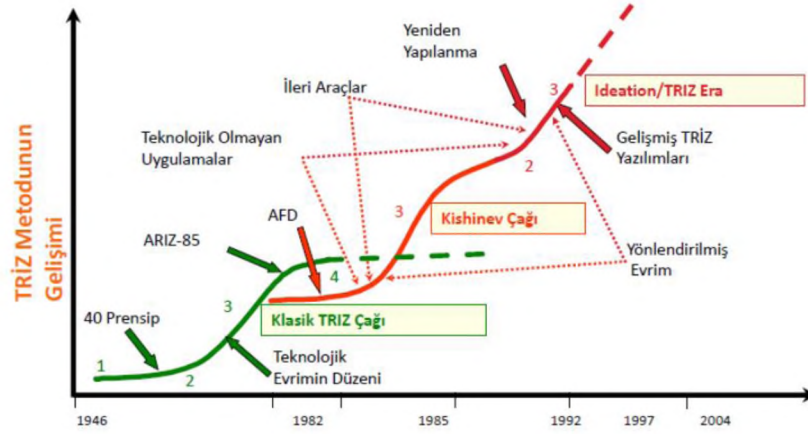
3.2. TRİZ (Yenilikçi – Yaratıcı Problem Çözme Kuramı)

TRIZ Rusça’ da “Yaratıcı Problem Çözme Teorisi” anlamına gelmektedir. TRIZ, Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch’’ kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmektedir. TRIZ problemlere kesin bir çözüm metodu getirmemekle beraber, sadece mevcut olan problemleri geçmiş dönemlerdeki tecrübelerin bir

kombinasyonu olarak, karar verici sisteme bir düşünce sistematiği sunmaktadır (Keçeci, 2015: 35). TRIZ, 1946 yılında Genrich Saulovich Altshuller ve meslektaşları tarafından Sovyetler Birliği Patent Ofisi'nde gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucunda bulunmuştur. TRIZ dünya genelinde geçmişten günümüze kadar mevcut olan yaklaşık 2.000.000 patentin incelenerek benzer veya ortak özelliklerine göre sınıflandırılarak geliştirilmiştir (Beklen, 2013: 22). Altshuller gerçekleştirdiği patent incelemeleri ve düzenlemelerinin sonucunda, bir yenlikmiş gibi öne çıkarılan fikirlerin temelde 39 mühendislik parametresinin arasındaki çelişkiler olduğunu ve bunların çözümünün aslında 40 ana prensibin uygulanmasından ortaya çıktığını buldu. Gerçekleştirdiği araştırmalar sırasında ilk adımda 200.000 patent incelendi ve bunları 40.000 patente sadeleştirdi (Eryurt, 2005: 13).

Altshuller TRIZ hakkında ilk makalesini 1956 yılında yayınladı yine aynı süre zarfında ilk seminerini sundu. TRIZ ile ilgili 14 kitap ve çok sayıda makale yayınladı (Beklen, 2013: 22-23). 1980'li yıllarda Sovyet Sosyalist Cumhuriyet Birliği'nden (SSCB) batı ülkelerine göç eden TRIZ uzmanları sayesinde TRIZ büyük bir alana yayıldı. Almanya, Polonya, ABD ve Japonya gibi ülkelerde Altshuller'in kitap ve makalelerinin çevirileri yapılarak diğer batı ülkelerinde yayılmıştır. Kronolojik sıraya göre TRIZ üç adımda gelişmiştir. Şekil 3.6' da belirtildiği gibi TRIZ'in Altshuller tarafından bulunması ile başlayan çağ Klasik TRIZ Dönemi, 1986 ve sonrasında Kishinev'de açılan TRIZ okulunda yapılan çalışmaların kapsadığı Kishinev Dönemi ve son olarak Altshuller'in öğrencileri olan Zlotin ve Zusman'ın kurduğu Ideation şirketinin yaptığı çalışmaları kapsayan Ideation Dönemi'dir (Şener, 2006: 68-71).

Şekil 3.6. TRIZ'in Kronolojik Süreci



Kaynak: (Kaykayoğlu, 2018)

Zlotin ve Zusman, TRIZ'in gelişimine ve ilerlemesine önemli katkılarda bulunmuş iki bilim adamıdır. Bu katkılar, aşağıdaki başlıklar altında özetlenebilir:

- Entegre araçlar: Zlotin ve Zusman, TRIZ'in tüm problem türlerini ele almasını sağlayacak entegre araçlar geliştirmiştir. Bu araçlar, problem tanımlama, biçimlendirme ve sınıflandırma, uygun araçların tanımlanması ve kullanılması, sonuçların değerlendirilmesi ve uygulamanın planlanması gibi tüm problem çözme adımlarını destekler.
- Bilgisayar kullanımı: Zlotin ve Zusman, TRIZ bilgi tabanının bilgisayar kullanımının avantajlarından yararlanmak için yeniden yapılandırılması ve genişletilmesi konusunda önemli çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalar sayesinde, TRIZ bilgi tabanı önemli oranda genişletilmiş ve daha erişilebilir hale getirilmiştir.
- Teknolojik ilerleme: Zlotin ve Zusman, teknolojik ilerlemenin yollarını geliştirmeye devam etmiştir. Bu çalışmalar sayesinde, TRIZ araçları daha verimli ve etkili hale getirilmiştir.
- Problem çözme araçları: Zlotin ve Zusman, problem çözme araçlarının geliştirilmesine devam etmiştir. Bu çalışmalar sayesinde, TRIZ araçları daha kapsamlı ve esnek hale getirilmiştir.

- Evrim kalıpları: Zlotin ve Zusman, teknolojik olmayan alanlarda da evrim kalıplarını ortaya çıkarmak için çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalar sayesinde, TRIZ'in farklı alanlarda da kullanılabilirliği mümkün hale gelmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar:

- Zlotin ve Zusman'ın çalışmaları sonucunda, TRIZ'de aşağıdaki önemli sonuçlar elde edilmiştir:
- ARIZ'in geliştirilmesi: ARIZ, TRIZ'in temel problem çözme aracıdır. Zlotin ve Zusman, ARIZ'in yeni ve daha geniş kapsamlı, daha disipline edilmiş ve bilgisayarda kullanıma uygun bir sürümünü geliştirmiştir.
- Problem formülasyonunun geliştirilmesi: Zlotin ve Zusman, problem formülasyonunun daha verimli ve etkili hale getirilmesi için bir süreç geliştirmiştir. Bu süreç, önce aklın, ardından bilgisayarın kullanımına dayanmaktadır.
- TRIZ bilgi tabanının geliştirilmesi: TRIZ bilgi tabanı, Zlotin ve Zusman'ın çalışmaları sayesinde önemli oranda genişletilmiştir. Bu sayede, TRIZ araçları daha kapsamlı ve esnek hale getirilmiştir.
- Tam bir problem çözme sürecinin geliştirilmesi: Zlotin ve Zusman, TRIZ'in tüm adımlarını kapsayan bir problem çözme süreci geliştirmiştir. Bu süreç, yazılım prototipi ile desteklenmektedir. 1992 yılından sonraki dönem Zlotin ve Zusman'ın kurduğu Ideation şirketi tarafından Ideation Dönemi olarak adlandırılmaktadır (Şener, 2006: 71-72).

TRIZ'in modern tanımları, yalnızca bir teori veya bir dizi ilke olmanın ötesine geçtiğini göstermektedir. TRIZ, yaratıcı problem çözmenin bilgiye dayalı sistematik bir yöntemidir (Savrksy, 2000). Fey ve Rivin (2005), TRIZ'i, teknolojilerin ve sistemlerin nasıl geliştiğini tanımlayan bir dizi ilkeye ek olarak, yeni [teknik] sistemlerin etkin bir şekilde geliştirilmesi için bir metodoloji olarak tanımladı (Ilevbare vd., 2013: 31).

3.2.1. Metodolojisi

TRIZ Metodolojisinin, dört ana özelliği bulunmaktadır: (Mann ve Dewulf, 2003: 5):

- Çelişkiler,
- İdeallik,
- Fonksiyonellik,
- Etkin kaynak kullanımı.

TRIZ sisteminde, problemlerin birçoğunun % 90' ı tekrarlı, belirli ve tanımlıdır. Problemler kendi aralarında yeni problemler oluştururlar ve bundan kaynaklı olarak da çelişkiler meydana getirirler. Fakat çelişkiler oluşurken aynı zamanda yaratıcılığında alt yapısını oluşturmaktadırlar (Altshuller, 2002: 18). TRIZ sisteminin temel amacı ideal çözümler üreterek ortaya çıkan çelişkileri yok etmektir. Bununla beraber ideal problem çözümü işlevsel olmalı, verimli ve etkin kaynak kullanımı ile ortaya çıkarılmalıdır (Beklen, 2013: 27). Altshuller TRIZ yöntemini dört adımda gerçekleştirilen bir süreç kullanarak tanımlamıştır:

1. Sorunun tanımlanması
2. Sorunun genel TRIZ sorunlarıyla karşılaştırılması ve eşleştirilmesi
3. Sorun çiftine karşılık gelen genel TRIZ çözümünün bulunması
4. Soruna ilişkin ideal çözümün geliştirilmesi (Altshuller, 2002: 18-25).

Altshuller problemleri Şekil 3.7' de görüldüğü gibi 5 kategoriye ayırmıştır. Bu kategorilerden sadece %1'i yaratıcılık seviğinde bir buluş olarak değerlendirilirken %4'lük kısmında ise problemleri çözebilmek için üretilen çözüm yollarını veya fikirlerini içeren yeni bir kavram olarak değerlendirilmektedir (Seyyitoğlu, 2020: 39).

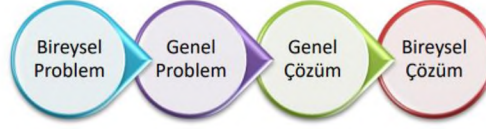
Şekil 3.7. Problem Kategorileri

Seviye	Yaratıcılık Seviyesi	Çözümlerin Yüzdesi	Bilgi Kaynağı	İncelenmesi Gereken Yaklaşık Çözüm Sayısı
1	Bilinen çözüm	%32	Kişisel bilgi birikimi	10
2	Küçük iyileştirmeler	%45	Şirketin bilgi birikimi	100
3	Büyük iyileştirmeler	%18	Sektör içerisindeki bilgi birikimi	1000
4	Yeni bir konsept	%4	Sektör dışındaki bilgi birikimi	100,000
5	Buluş(İcat)	%1	Bilinen her şey	1,000,000

Kaynak: (Seyyitoğlu, 2020: 39)

Şekil 3.8' de RIZ'in problem çözme yöntemi gösterilmiştir. Problemin çözülebilmesi için ilk olarak bireysel problemin genel bir problem haline dönüştürülmesi gereklidir ve aynı zamanda var olan bütün bilgilerden yararlanılarak yaklaşık 1 milyon çözümün araştırılması gereklidir. Bir diğer ki adım ise problemlere getirilen çözümler araştırılır veya farklı çözüm yolları kullanılarak yeni çözümler geliştirilir. Üçüncü adım olan genel çözümde ise problemi çözmekle uğraşan bireyin/ekibin mühendislik bilgileriyle birlikte yorumlanır, uyarlanır ve sonunda bireysel çözüme varılır (Kaykayoğlu, 2018). Örneğin; bir kağıda yazı yazabilmek için kalem ucunun sivri olması gerekmektedir ancak bu durum yazı yazılan kağıda zarar verebilir. Bu durum bir çelişkidir. Meydana gelen çelişler aynı zamanda yaratıcılık kavramının da alt yapısını oluştururlar (Seyyitoğlu, 2020: 40). Şekil 3.9'da diğer TRIZ tekniğinin kullanıldığı örnek çalışmalar da verilmiştir (Keçeci, 2015: 38).

Şekil 3.8. TRIZ'in Problem Çözme Metodolojisi



Kaynak: (Kaykayoğlu, 2018)

Şekil 3.9. TRIZ Tekniğinin Kullanıldığı Örnek Çalışmalar

Uygulama konusu	Yazar
1 Kimyasal sürecin emniyet açısından değerlendirilmesi için TRIZ tekniğinin modifiye edilmesi	Kim ve diğ, (2009)
2 Banka hizmetlerinin iyileştirilmesinde TRIZ tekniğinin kullanılması	Wang ve Chen, (2010)
3 LPG depolama tankı kurulum teknolojisinin iyileştirilmesinde TRIZ tekniğinin kullanılması	Leem ve Huh, (2010)
4 Gemilerin korozyondan korunması için TRIZ tekniği ile bir yaklaşım geliştirilmesi	Url-16 (2006)
5 Otobüslerin gövde yapısında meydana gelen termal deformasyon probleminin incelenmesinde TRIZ tekniğinin kullanılması	Butdee ve Vignat, (2008)
6 TRIZ yardımı ile yazılım kalite problemlerinin çözüm yollarının incelenmesi	Wang ve diğ, (2011)
7 Elektrik ark ocağının toz toplama işlemi ile ilgili problemlerin giderilmesi ve uygun dizayn şeklinin bulunması çalışmalarında TRIZ kullanılması	Jiang ve diğ, (2010)

Kaynak: (Keçeci, 2015: 38)

3.3. TRIZ Araçları

3.3.1. Çelişkiler matrisi

Altshuller 'buluşsal sorun' tanımını yaptığı araştırmaların ilk döneminde ortaya çıkarmıştır. Altshuller'e göre çelişki kavramı , "bir sistemdeki parametrelerde ortaya çıkan problemlerin iyileştirilmesi için üretilen çözümlerin diğer parametreleri etlileyerek kötüleşmesiyle meydana çıkar" (Kartal ve Hasgül, 2009: 73). Altshuller'e göre buluşu ortaya çıkartan kişi teknik çelişkiyi araştırıp bulmalı ve çelişkiyi ortadan kaldırmalıdır (Akat, 2007: 234). TRIZ'ın temelinde çelişkilerin çözülmesi ve tasarımdan kaynaklı zorlukların üstesinden gelinebilmesidir.

Bu açıklamalara göre TRIZ'i geliştirmenin ve öğrenmenin temel amacı yaratıcı problem çözebilmek için yeni bir metot bulmaktır. Çelişkiler problem çözme

yöntemiyle ortadan kaldırılmak istendiğinde önceden bilenen çözüm yöntemlerinin olmaması sebebiyle çözülmek istenen çelişkiler yaratıcı bir şekilde çözülmelidir (Şener, 2006: 100).

Temelde çelişkiler, sistemlerdeki karşıtıklardır. Araçlar ve nesnelere sistemlerdeki iki temel bileşendir. Örnek olarak; keskin bir baltanın uç kısmı ağacı yani nesneyi kesen bir araçtır. Kesme şiddeti oluşturabilecek tehlikeli faktörlerle de ilintilidir. Eğer baltanın ağacı kesen kısmı daha büyük yapılırsa daha sarsıcı bir çarpma yaratma ihtimali olabilir ancak kullanımı açısından ağırlaşabilir işte bu tam olarak bir çelişkidir (Çilsan, 2005: 33).

Çelişkiler analizi problemlere farklı bir bakış açısıyla bakabilmenin önemli bir aracıdır. TRIZ sistemi ortaya çıkan problemi teknik veya fiziksel bir çelişki olarak tanımlar. Teknik bir çelişki 39 mühendislik parametrelerini tanımlayan çelişkiler matrisi ile çözümlenirken; fiziksel çelişkiler ayrılık prensipleriyle çözülür. 40 buluş prensibinin kullanılabilmesi için çelişkiler matrisi en önemli adımdır (Yang ve Zhang, 2000: 237).

En başta teknik problemi tanımlayabilmek için var olan sistemin iyileştirilmesi gereken yönünün oluşturabileceği zıtlık belirlenmelidir. Belirlenen bu zıtlıklar için TRIZ 39 adet standart parametre kullanılmaktadır (Nakagawa, 1998). 39 mühendislik parametresi açıklamalarla beraber aşağıda yer almaktadır (Domb vd., 1998: 1).

Hareketli nesnelere: Uzayda kendiliğinden ya da dış bir kuvvet tarafından kolayca hareket edebilen nesnelere. Araçlar ve taşınabilir nesnelere buna örnektir.

Sabit nesnelere, nesnenin kullanıldığı koşullar göz önüne alındığında kendiliğinden ya da dış bir kuvvet tarafından uzayda yer değiştirmeyen nesnelere.

Mühendislik Parametreleri

1. Hareketli Bir Nesnenin Ağırlığı: Bir nesnenin kütesinin yer çekimli bir ortamda gövdenin veya süspansiyonun üstüne uyguladığı kuvvettir.
2. Hareketsiz Bir Nesnenin Ağırlığı: Herhangi bir nesnenin kütesinin yerçekimi olan bir ortamda gövdenin uyguladığı veya süspansiyonun ya da üstünde yer aldığı ortama uyguladığı kuvvettir.

3. Hareketli Bir Nesnenin Boyu: Herhangi bir nesnenin çizgisel olarak en uzun olması gerekmez.
4. Hareketsiz Bir Nesnenin Boyu: Herhangi bir nesnenin çizgisel olarak en uzun olması gerekmez.
5. Hareketli Bir Nesnenin Kapladığı Alan: Hareketli bir nesnenin çizgi ile çevrelediği alan.
6. Hareketsiz Bir Nesnenin Kapladığı Alan: Hareketsiz bir nesnenin çizgi ile çevrelediği alan.
7. Hareketli Bir Nesnenin Hacmi: Hareketli bir nesnenin uzaydaki hacmidir.
8. Hareketsiz Bir Nesnenin Hacmi: Hareketsiz bir nesnenin uzaydaki hacmidir.
9. Hız: Birim zaman içinde meydana gelen yer değiştirme oranı.
10. Güç: Sistemler arasındaki net güç. Fizikte, kütle ve ivmenin çarpımını ifade eder.
11. Gerilim veya Basınç: Kuvvetin etki ettiği alana oranı.
12. Şekil, sistemdeki her şeyin dış görünümünü gösterir.
13. Sıkışma Sabitliği: Sistemdeki tüm öğelerin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu ifade eder.
14. Sağlamlık: Bir nesneye net kuvvet uygulandığında gösterdiği karşı dirençtir.
15. Hareketli Bir Nesnenin Hizmet Süresi: Hareketli bir nesnenin eylem zamanı olarak tanımlanır.
16. Hareketsiz Bir Nesnenin Eylem Zamanı: Hareketsiz bir nesnenin hizmet süresi olarak tanımlanır.
17. Isı: Bir şeyin veya sistemin ısı üretme kapasitesi.
18. Parlaklık, birim alandaki ışık akısının oranıdır.
19. Hareketli Bir Nesnenin Tükettiği Enerji: Fiziksel olarak, bir nesnenin yaptığı iş, kuvvet ile yolun çarpımına eşittir.

20. Hareketsiz Bir Nesnenin Tükettiği Enerji: Fiziksel olarak, bir nesnenin yaptığı iş, kuvvet ile yolun çarpımına eşittir.
21. Kuvvet: Yapılan işi kısa sürede tamamlamak, enerjinin hızının kısa olması nedeniyledir.
22. Enerji Kaybı: Mevcut faaliyetler sırasında kaybolan enerjinin tanımıdır.
23. Madde Kaybı: Bir modül veya alt sistemin kaybolması.
24. Bilgi Kaybı: Bir sistemin verileri kaybolur.
25. Zaman Kaybı: Sistemin zaman kaybını azaltmak anlamına gelir.
26. Madde Miktarı: Sistemin malzemesinin, modülünün veya alt sistemlerinin değişebileceği miktarın sayısıdır.
27. Güvenilirlik: Bir sistemin amaçlanan tahminleri gerçekleştirme kapasitesi.
28. Ölçüm Doğruluğu: En küçük ölçüm hatalarını azaltmaktır.
29. Sistemin veya nesnenin bulunan özelliklerinin belirlenen veya uygun görülen özelliklere entegrasyon derecesi, imalat doğruluğunun tanımıdır.
30. Bir Ögeyi Dışarıdan Etkileyen Tehlikeli Unsurlar: Dış kaynaklı faktörler tehlikeli olabilir.
31. Nesnenin Oluşturduğu Zararlı Unsurlar: Nesnenin kalitesini veya sistemin verimliliğini azaltan etkiler.
32. Üretilbilirlik: Bir şeyi veya sistemi basitçe yapmak anlamına gelir.
- Kullanılabilirlik: Zor süreçler düşük kâr elde ederken, basit süreçler yüksek kâr elde eder.
34. Onarılabilirlik: Bir sistemdeki sorunların veya hataların düzeltilmesi sürecidir.
35. Uyarlanabilirlik: Dış sistemle uyum süresi.
36. Cihazın Karmaşıklığı: Sistemin bileşenleri arasındaki iletişimin karmaşıklığıdır.
- 37 numaralı kontrol karmaşıklığı, sistemin bileşenleri arasındaki karmaşık yapıya bir örnektir.

38. Otomasyon Seviyesi: Bir sistemin veya nesnenin insan emeği olmadan kendi görevlerini yerine getirme yeteneğidir.

39. Kapasite Verimlilik: Bir sistemin birim zamanda yaptığı işlemlerin miktarı (Domb vd., 1998: 1-4; Şener, 2006: 101-104).

3.3.2. 40 Yaratıcı prensip

Bir TRIZ kullanma aracı olan 40 yaratıcı prensip kullanımı en kolay olan ve problemlerin çözümlerini basit ve hızlı bir şekilde çözebilmektedir. Yaratıcı prensipler yüzlerce patent araştırmasından elde edilen sonuçlar ve ortaya çıkan çelişkilerin çözümünde kullanılan 40 tane farklı yöntemi temsil etmektedir. 40 yaratıcı prensip örnekleriyle beraber aşağıda yer almaktadır (Mann ve Domb, 1999: 1):

Prensipler:

1. Parçalara Ayırma
 - a) Bağımsız bileşenler
 - b) Sökülebilirlik
 - c) Yüksek parçalanabilirlik
2. Özütleme (Çıkarmak, Düzeltmek, Kaldırmak)
 - a) Gereksiz bileşenlerin veya özelliklerin çıkartılması.
 - b) İhtiyaç duyulmayan bileşenlerin veya özelliklerin çıkartılması.
3. Kısmi Kalite
 - a) Bir şeyin veya bulunduğu ortamın yapısında bağdaşıklık veya heterojenlik arasındaki geçiş.
 - b) Bir nesnenin farklı modüllerinin farklı fonksiyonları olması gerekir.
 - c) Bir nesnenin her modülü, işleyişi açısından en uygun olan koşullar altında çalışmalıdır.
4. Asimetri:
 - a) Simetrik bir şekil veya şekiller yerine asimetrik bir şekil kullanın.

b) Bir nesnenin zaten asimetric olması durumunda, asimetricinin derecesini artirin.

5. Birleştirme

a) Bir mekânda birlikte çalışması gereken nesneleri birleştirin.

b) Aynı zamanda çalışmaları gereken nesneleri birleştirin.

6. Evrensellik

a) Bir nesne aynı anda çok sayıda görevi yerine getirebilir, bu nedenle ek parçalara ihtiyaç duymaz.

7. İç İçe Yerleştirme (Matruşka)

a) Bir nesne başka bir nesnenin içine yerleştirilir. Bu nesne bir üçüncü nesnenin içine girdikten sonra süreç tamamlanır.

b) Bir nesne başka bir nesnedeki boşluğu doldurur.

8. Denge Ağırlığı:

a) Bir nesnenin ağırlığını, kaldırma kuvveti sağlayan başka bir nesneyle birleştirerek dengeleyin.

b) İçinde bulunduğu ortamdan etkilenen aerodinamik veya hidrodinamik bir kuvvetle bir nesnenin ağırlığını dengeleyin.

9. Öne Karşı Hareket:

a) Aşırı ve istenmeyen gerilimi dengelemek için nesneye ön gerilim uygulayın.

10. Önceden Yapma

a) Bir öğeyi tamamen veya kısmen değiştirin.

b) Öğeleri en uygun yerde derhal çalışmaya başlamaları için önceden yerleştirin.

11. Önceden Önlem Alma:

a) Bir şeyin genel olarak düşük dayanıklılığını (güvenilirliğini) iyileştirmek için önceden önlemler alın.

12. Eşpotansiyellik

a) İşin yapılışını değiştirin ki işi yapan şeyin yukarı kaldırılmasına veya aşağıya indirilmesine gerek kalmasin.

13. Tersten Yapma

- a) Bir sorunu çözmek için mantıklı olan bir şeyin yerine bunun tersini yapın.
- b) Bir nesnenin hareketli parçasını veya ortamını sabitleştirin veya hareket ettirin.
- c) Nesneyi yukarı doğru çevirin.

14. Küresellik:

- a) Düz parçaları küresel parçalarla, küresel parçaları düz parçalarla ve küre şekilli parçaları küre şekilli parçalarla değiştirin.
- b) Küreler, spiraller ve makaralar kullanın.
- c) Merkezkaç kuvvetini kullanarak doğrusal hareketi dairesel harekete çevirin.

15. Dinamiklik

- a) İşlemin her aşamasında en iyi performansı elde etmek için bir nesnenin veya içindeki ortamın özellikleri değiştirilmelidir.
- b) Bir nesneyi hareketsiz hale getirin. Değiştirilebilir olduğundan emin olun.
- c) Bir nesnenin birbirlerine göre konumlarının değişmesi mümkün olan bölümlerini ayırın.

16. Kısmî veya Aşırı Çalışma:

- a) İstenilen etkiyi tam olarak elde etmek zorsa, arzulanan etkiden azını veya fazlasını elde edin.

17. Yeni Bir Boyuta Geçiş

- a) Tek boyutlu nesnelere hareket veya yerleşimlerini iki boyutluya (örneğin, iki boyutlu nesnelere üç boyutluya) dönüştürmek.
- b) Çok katmanlı nesne oluşumlarını kullanın.
- c) Bir nesneyi yan yatırarak veya eğimli hale getirerek yan yatırın.
- d) Verilen bir yüzeyin başka bir yüzeyini kullanın.

e) Bir nesnenin arka yüzüne veya çevresine optik hatlar yansıtın.

18. Titreşim

a) Titreşimi kullanarak hareket edin.

b) Titreşim varsa frekansını yükseltin.

c) Rezonans frekansını kullanabilirsiniz.

d) Piezo titreşim yerine mekanik titreşim kullanın.

e) Elektromanyetik alan ile ses ötesi titreşimleri kullanın.

19. Aralıklı Hareket

a) Sürekli çalışmayı periyodik çalışmaya dönüştürün.

b) Çalışmanın zaten periyodik olması durumunda frekansını değiştirin.

c) Darbelerin belirli aralıklarla tekrarlanmasını sağlayarak ek çalışma sağlayın.

20. Faydalı Çalışmanın Sürekliliği:

a) Çalışmanın sürekli olmasını garanti edin. Tüm bileşenler sürekli olarak tam kapasiteyle çalışmalıdır.

b) Kullanılmayan ve sık sık meydana gelen hareketleri ortadan kaldırın.

c) "İleri-Geri" yerine bir daire kullanın.

21. Hızlı Davranmak:

a) Tehlikeli ve tehlikeli işlemleri hızla gerçekleştirin.

22. Zararı Yarara Dönüştürme

a) Zararlı faktörleri, özellikle çevresel faktörleri, olumlu bir etki elde etmek için kullanın.

b) Tehlikeli bir bileşeni bir diğeriyle birleştirin.

c) Zararlı bir işlevin zararlılığı, artık zararlı olmayacağı bir şekilde artırılmalıdır.

23. Faydalı Çalışmanın Sürekliliği:

a) Çalışmanın sürekli olmasını garanti edin. Tüm bileşenler sürekli olarak tam kapasiteyle çalışmalıdır.

b) Kullanılmayan ve sık sık meydana gelen hareketleri ortadan kaldırın.

c) "İleri-Geri" yerine bir daire kullanın.

24. Hızlı Davranmak:

a) Tehlikeli ve tehlikeli işlemleri hızla gerçekleştirin.

25. Zararı Yarara Dönüştürme

a) Zararlı faktörleri, özellikle çevresel faktörleri, olumlu bir etki elde etmek için kullanın.

b) Tehlikeli bir bileşeni bir diğeriyle birleştirin.

c) Zararlı bir işlevin zararlılığı, artık zararlı olmayacağı bir şekilde artırılmalıdır.

26. Geri Besleme

a) Geri besleme uygulamasını başlatın.

b) Geri besleme varsa değiştirin.

27. Aracı

a) Aksiyonu bir nesneye aktarmak veya devam ettirmek için aracı kullanın.

b) Kaldırılması kolay olan asıl nesne ile geçici bir bağlantı kurun.

28. Self Servis

a) Bir nesne kendi kendine onarılmalıdır.

b) Atık enerjiden ve atık malzemelerden yararlanın.

29. Kopyalama

a) Orijinal ancak kırılabilir veya kullanımı zahmetli olan bir şeyin basitleştirilmiş ve ucuz bir kopyası kullanılmalıdır.

b) Gözle görünür optik bir kopya kullanılmışsa, morötesi veya kızılötesi bir kopya kullanmayı tercih edin.

c) Bir nesneyi (veya nesnelere sistemini) optik görüntüleriyle değiştirin. Bu görüntüyü daha sonra büyültmek veya küçültmek mümkündür.

30. Kullanıp Atma:

a) Pahalı bir ürünü ucuz bir ürünle değiştirin.

31. Mekanik Sistemi Değiştirmek

a) Optik, akustik, termal veya koku alma (koku alma) bir sistemle mekanik bir sistemi değiştirin.

b) Bir nesneye etkileşime girmek için elektromanyetik, elektriksel ve manyetik bir alan kullanın.

c) Hareketsizleri hareketlilerle, değişmeyenleri zaman içinde değişenlerle ve rastgele olanları yapılandırılmışlarla değiştirin.

d) Ferromanyetik parçacıkların bulunduğu alanları kullanın.

32. Pnömatik veya hidrolik yapılar

a) Bir şeyin katı bölümlerini gaz veya sıvı bölümleriyle değiştirin. Bu durumda söz konusu parçaların hava veya su ile ısıtılması mümkündür. Ayrıca pnömatik veya hidrolik yastıklar da kullanılabilir.

33. Esnek Membranlar (Diyaframlar) veya İnce Filmler: a) Normal yapıların yerine ince filmler veya esnek membranlar kullanın.

b) Nesneyi içinde bulunduğu ortamdan soyutlamak için ince filmler veya esnek membranlar kullanın.

34. Gözenekli Malzeme:

a) Nesneyi gözenekli hale getirin veya tamamlayıcı gözenekli maddeler (örneğin, örtüler, kapaklar ve ara parçalar) kullanın.

b) Nesne zaten gözenekliyse, önceden bu gözenekleri doldurun.

35. Renk Değiştirme:

a) Bir şeyin veya etrafının rengini değiştirmek

b) Nesnenin veya yakınındaki nesnenin yarı saydamlık derecesini değiştirin.

c) Gözle görülmesi zor bir işlemi veya nesneyi incelemek için renkli katkı maddeleri kullanın.

d) Bu tür katkı maddeleri önceden kullanılmışsa, ışıltılı izler veya iz atomları kendiliğinden kullanın.

36. Homojenlik

a) Asıl nesneyle etkileşen nesnelere aynı maddeden (veya benzer özelliklere sahip bir malzemedan) yapılmalı ve aynı malzemedan yapılmalıdır.

37. Parça Çıkartma ve Yeniden Yapma

a) Bir nesnenin herhangi bir parçası işlevini tamamladıktan veya işe yaramaz hale geldikten sonra (atılır, çözünür, buharlaştırılır vb.) devre dışı bırakılır veya değiştirilir.

b) Çalışma sırasında kullanılmayacak hale gelen parçaların değiştirilmesi gerekir.

38. Özelliklerin Dönüştürülmesi: a) Sistemin fiziksel durumunu değiştirin.

b) Yoğunluğunu ayarlayın.

c) Elastiklik düzeyini yükseltin.

d) Hacmi veya ısıyı değiştirin.

39. Aşama Geçişleri: a) Aşama geçişi yöntemini (hacim değişimi, ısının serbest bırakılması veya emilimi vb.) kullanın.

40. Termal Genleşme: a) Malzemenin ısı derecesini değiştirerek büzülme veya genleşmelerini kullanabilirsiniz.

b) Termal genleşme katsayıları değişen farklı malzemeler kullanın.

40. Özelliklerin Dönüştürülmesi:

a) Sistemin fiziksel durumunu değiştirin.

b) Yoğunluğunu ayarlayın.

c) Elastiklik düzeyini yükseltin.

d) Hacmi veya ısıyı değiştirin.

41. Aşama Geçişleri:

a) Aşama geçişi yöntemini (hacim değişimi, ısının serbest bırakılması veya emilimi vb.) kullanın.

42. Termal Genleşme:

a) Malzemenin ısı derecesini değiştirerek büzülme veya genleşmelerini kullanabilirsiniz.

b) Termal genleşme katsayıları değişen farklı malzemeler kullanın.

43. Hızlandırılmış Oksitlenme:

a) Bir oksitlenme seviyesinden daha yüksek bir seviyeye geçişi garanti edin.

- Ortam havasını oksitlendirmiş havaya,
- Oksitlendirmiş havayı saf oksijene,
- Saf oksijeni iyonlaştırılmış oksijene,
- İyonlaştırılmış oksijeni ozonlandırılmış oksijene,
- Ozonlandırılmış oksijeni ozona ve ozonu tek oksijene.

44. Atıl Ortam

a) Normal ortamdan atıl bir ortama geçin.

b) Bir nesneye nötr bir madde veya bir katkı maddesi ekleyin.

c) İşi bir hava boşluğunda yürütün.

45. Kompozit Malzemeler:

a) Homojen malzemeler yerine kompozit malzemeler kullanın (Altshuller, 1974:144- 183) (Altshuller, 1974: 144-183).

3.3.2. 39x39 Çelişkiler matrisi

Çelişkiler matrisi, 39 çelişki parametresiyle 39x39 biçiminde kare bir matristir. Matris toplamda 40 tane ayrı yaratıcı prensipten oluşmaktadır. Satırları (Y ekseni) maddenin iyileşen özelliklerini tanımlar, sütunlar ise (X ekseni) kötüleşen özelliklerini göstermektedir. Matriste satırlar ve sütunların başında 1'den 39'a kadar ilerleyen sayılar 39 tane çelişkilerden rastgele birini hücrelerdeki 1'den 40'a kadar ilerleyen

kolonilerinin algoritmalarından ilham alarak bir karar verme stratejisi sürecinde kullanılması (Zhang vd., 2013: 49). Bir otomobil markası olan Mercedes'in kutu balığından ilham alarak tasarladığı biyonik otomobil (Zari, 2007: 2). Sürdürülebilir kaynak ve yeşil ürün tasarımı sürecinde oluşabilecek herhangi bir çelişkiyi çözerek problemi ortadan kaldıran çoklu çelişki çözme yöntemi olan BioTRİZ'e başvurabilir (Bai vd., 2020: 1).

Birçok ticari ürünün çevre üzerindeki etkileri geçmiş yıllarda tam olarak dikkate alınmamıştır. Dünya kaynaklarının sürdürülebilir gelişimi için, gelecekteki ürün tasarımı sadece inovasyona değil, aynı zamanda temelde yeşil yöne doğru hareket etmelidir. Şu anda BioTRİZ yöntemi, yeşil ürün tasarımının tek bir çelişkisi için tatmin edici bir çözüm sağlayabilir. Bununla birlikte, birden fazla operasyonel alan nedeniyle mevcut olan birden fazla çelişki varsa, tasarım yönlerinin uygulanmasında zorluklar ortaya çıkabilir.

BioTRİZ kavramı, biyomimikri ve TRİZ konularının birleştirilmesi ile oluşturulmuş bir kavramdır (Glier vd., 2011). İngiltere'de bulunan Bath Üniversitesi'nin bünyesinde çalışan rus biyologlar Nikolay ve Olga Bogatyrev ile Profesör Julian Vincent'in ortak çalışmaları ile BioTriz kavramını geliştirmişlerdir. BioTRİZ bir eko-inovasyon aracı olarak tanımlanmaktadır (Chen ve Yang, 2011). BioTRİZ kavramı doğada var olan ve karşımıza çıkan 500 biyolojik olayın ve 270 fonksiyonun incelenerek elde eden sonuçlarına dayanmaktadır. BioTRİZ yöntemi temel anlamda TRİZ'in yapısına benzetilerek 6 ana prensip ve bir çelişki matrisi ile ortaya çıkartılmıştır. Bu 6 ana prensip ise; madde, yapı, uzay, zaman, enerji ve bilgidir Tablo 3.1'de verilmiştir. Bu prensipler yöntemin kullanılış biçimini de kolaylaştırmaktadır. Bu sebeple bioTRİZ kavramı ürün tasarımı esnasında biyomimikri ve TRİZ kavramlarını bir arada kullanan farklı bir yaklaşım olarak görülmektedir (Glier vd., 2011).

Literatürde var olan yöntemler incelendiği zaman bioTRİZ yönteminin biyoloji ve tasarım alanlarında ki disiplinler arası gereklilikleri sağlayan yöntemin sadece bioTRİZ yöntemi olduğu görülmektedir. Bogatyrev ve Bogatyreva (2009) açısından ise bioTRİZ, biyomimikri alanında oluşan problemleri çözmeye hedefleyen TRİZ sistemini biyoloji alanıyla birleşmesinden meydana gelmiştir. Buradaki amaç ise bir

ürünü tasarlarırken biyolojik normların kullanılabilmesi için TRİZ sistemine biyoloji ve mühendislik alanlarının birbirine entegre edilerek kullanılmasıdır (Cunha, 2015: 48).

Tablo 3.1. BioTRIZ Çelişki Matrisi

İyileştirilmesi gereken operasyon alanları	Sorun yaratan operasyon alanları					Bilgi/Düzenleme
	Madde Yapısı		Zaman	Uzay Enerji/Alan		
Madde	13, 31, 15, 17, 20, 40	1, 2, 3, 15, 24, 26	15, 19, 27, 29, 30	15, 31, 1, 5, 13	3, 6, 9, 25, 31, 35	3, 25, 26
Yapı	1, 10, 15, 19	1, 15, 19, 24, 34	1, 2, 4	10	1, 2, 4	1, 3, 4, 15, 19, 24, 25, 35
Zaman	1, 3, 15, 20, 25, 38	1, 2, 3, 4, 6, 15, 17, 19	2, 3, 11, 20, 26	1, 2, 3, 4, 7, 38	3, 9, 15, 20, 22, 25	1, 2, 3, 10, 19, 23
Uzay	3, 14, 15, 25	2, 3, 4, 5, 10, 15, 19	1, 19, 29	4, 5, 14, 17, 36	1, 3, 4, 15, 19	3, 15, 21, 24
Enerji/Alan	1, 3, 13, 14, 17, 25, 31	1, 3, 5, 6, 25, 35, 36, 40	3, 10, 23, 25, 35	1, 3, 4, 15, 25	3, 5, 9, 22, 25, 32, 37	1, 3, 4, 15, 16, 25
Bilgi/Düzenleme	1, 6, 22	1, 3, 6, 18, 22, 24, 32, 34, 40	2, 3, 9, 17, 22	3, 20, 22, 25, 33	1, 3, 6, 22, 32	3, 10, 16, 23, 25

Kaynak: (Vincent vd., 2006: 477)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

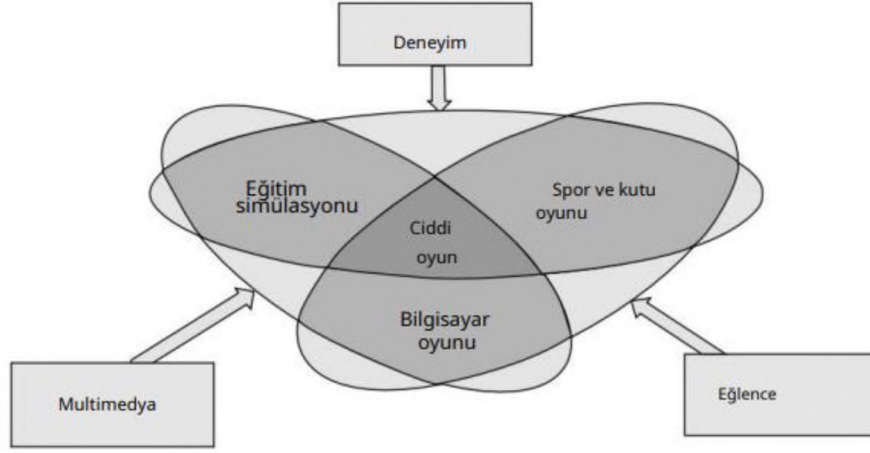
BİYOBENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ ve CİDDİ OYUN UYGULAMASI

4.1. Ciddi Oyunlar

Ciddi oyunlar, belirli kuralları, amacı ve sonuçları olan kendine özgü uygulamalardır. Oyun olarak kabul edilebilmesi için bu özelliklerin tümünü içermelidir. Örneğin, gelişi güzel bir şekilde bir topa vurulması bile bir oyun olarak tanımlanabilir, ancak bu eylemin bir oyun olarak kabul edilebilmesi için belirli kurallar ve bir amacın olması gerekir. Örneğin, bir topa vurulması ve bu topun bir kaleye veya bir potaya konulan kurallar gereği istenilen sürede atılması ve atılan topun galibiyetle sonuçlandırılması ile gerçekleştirilen eylemler oyun kategorisine dahil edilebilir. Ciddi oyunlar, eğlence ve zevk için oynanabilir, ancak aynı zamanda öğrenme, eğitim ve problem çözme için de kullanılabilir. Örneğin, bir strateji oyunu, oyunculara strateji geliştirme ve problem çözme becerileri öğretebilir. Bir rol yapma oyunu, oyunculara farklı kültürler ve bakış açıları hakkında bilgi verebilir. Ve bir simülasyon oyunu, oyunculara gerçek dünya problemlerini deneyimleme ve çözme fırsatı verebilir. Ciddi oyunlar, her yaşta insanın keyif alabileceği ve öğrenebileceği bir eğlence biçimidir. Ayrıca, eğitim ve öğretim için güçlü bir araç olabilirler (Kılıoğlu, 2019: 6).

Ciddi oyunlar temel anlamda kişiyi belirlenen bir alanda ciddi hedefler doğrultusunda eğitmeyi hedefler (Güler, 2015: 88). Buradaki ciddi oyunlar kavramındaki ‘‘ciddi’’ ifadesi oyunu oynayacak bireye bilgi, yetenek, yaratıcı düşünme veya verilmesi istenilen mesajları karşı tarafa taşıma gibi görevler verilerek oynatılan bir sisteme sahip olduğu söyleyebilmektedir. Buradan kasıtlı oyuncu maruz kaldığı teknik bilgiden deneyimler elde ederek içerik sunar. Ciddi oyunların şematik hali Şekil 4.1’ de gösterilmektedir (Laamarti vd., 2014: 4).

Şekil 4.1. Ciddi Oyunların Tanımı



Kaynak: (Laamarti vd., 2014: 4)

Ciddi oyunlar ilk olarak 1950’li yıllarda çoğunlukla “askeri alanda” kullanırken bu durum ilerleyen zamanda genişleyerek eğitimde iş dünyasında da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır hemen peşi sıra 2000’li yıllarda ise dijital oyun endüstrisine olan ilginin fark edilmesiyle kendi alanını ilerleterek endüstrisini oluşturmuştur sektörde yeni bir alan olarak oluşan bu endüstrinin ortaya çıkmasıyla yeni araştırma alanları da olmuştur (Deterding vd., 2011: 10).

Oyun kavramı günümüzde artık sadece bir eğlence olarak görülmemektedir. Ciddi oyunlar özel sektör, kamu, eğitim ve diğer tüm alanlarda gerçekleştirilen faaliyetleri iyileştirmek ve yenilemek için kullanılan bir araç haline gelmiştir. Oyun genellikle eğitim alanında kullanılmaktadır. Ciddi oyunlar, sıradan veya geleneksel oyunlardan farklı bir sisteme sahiptir. Genellikle klasik oyunlarla benzer özellikleri bulunsa da ciddi oyunların hedef kitleleri ve oynanış prensipleri farklıdır. Klasik oyunlar bireyleri eğlendirerek bulunduğu ortamın stresinden, problemlerinden uzaklaştırarak bireyi eğitmekten ziyade eğlendirmeyi amaçlamaktadır. Ciddi oyunlarda ise bu durum tam tersi olarak karşımıza çıkmaktadır. Oyunu oynayan kişiler her ne kadar sanal bir yapı üzerinde bu oyunu oynasa da oyunun temelinde oyuncuyu eğiterek gerçek dünyaya fayda sağlaması için tasarlanmıştır. Ayrıca ciddi oyun oynayan bireylerin klasik oyun oynayan bireylere göre düşünme ve öğrenme becerilerinin gelişmesine de katkıda bulunmaktadır (Kelley ve Johnston, 2012: 519).

Klasik oyunlar da bulunan kategoriler ciddi oyunlarda da bulunmaktadır. Örneğin klasik oyunlarda bulunan aksiyon, macera, yarış, spor veya herhangi farklı bir dal ciddi oyunlarda da bulunabilmektedir. Ciddi oyunlar tasarlanırken kullanılacağı alanın kurallarına göre tasarlanır ve sistemde buna göre istenilen sonuçlar elde edilir. Tasarlanan oyunlar özgün bir şekilde tasarlandığı için farklı sınıflara ayrılabilir. Örneğin; spor oyunları bireylerin kondisyonlarını arttırmasına, daha sağlıklı bir hayat yaşamalarına ve fiziksel olarak daha güçlü olmalarını hedeflemelerini amaçlarken, reklamcılık oyunları pazarlamacılık yapacak bir bireye pazarlama alanında kullanacağı bazı stratejileri öğretmek için başarılı bir şekilde ilerlemesine katkıda bulunabilir. Günümüzde tasarlanan ciddi oyunlar genel olarak her sektör için kendine özgü bir sistem oluşturmayı hedefler bunlar kişilerin yaşam biçimlerini farklılaştırma, kurum yönetimi, sebep- sonuç ilişkisi kurdurma, siyaset, tıbbi teşhis yapma, bireylerin girişimcilik yeteneklerini geliştirme ve karar verme desteği sağlama gibi çoğu alanı içerisinde barındırmaktadır (Nguyen, 2016: 57-60).

Günümüzde ciddi oyunların kullanım alanları da artarak ilerlemektedir. Ciddi oyunlar temel anlamda hedeflenen bir alanda gerçekleştirilecek faaliyetlerin standart verilerin üstüne çıkartma düşüncesiyle daha kaliteli ve verimli sonuçlar elde edilmesini hedeflemektedir (Yıldız, 2016: 69). Ciddi oyunların genellikle eğitim faaliyetlerinde veya herhangi bir alanda personel eğitiminde kullanıldığı çoğunlukla görülmektedir. Rehine müzakereleri, çeşitli harp oyunları, koruma hizmetleri, lojistik hizmetler gibi konuları içerisinde bulunduran askeri alanlar ve güvenlik sektörü de bu tür oyunların kullanımının çoğunlukla karşılaştığı alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2. Ciddi Oyun Örnekleri

EYP İle Mücadele Eğitimi Ciddi Oyunu: Ciddi oyunlar, askeri eğitimlerde de kullanım alanına sahiptir. Çoğunlukla askeri eğitimlerin gerçekleştirilebilmesi için tercih edilen ciddi oyunlar askerleri eğitim esnasında oluşabilecek tehlikeli faktörlerden koruyabilmek için kullanılmaktadır (Yıldız, 2016: 74). Bundan dolayı askeri eğitimler verilerken çoğunlukla ciddi oyunlar kullanıldığı görülmektedir. Örneğin el yapımı patlayıcı (EYP) ile mücadele edebilmek ve patlayıcının imha edilme esnasında oluşabilecek tehlikeli şartların ortadan kaldırılması için ciddi oyunun

kullanılması. Bu alanda farklı işletmeler tarafından birçok ciddi oyun tasarımı vardır. Türkiye'de EYP ile mücadele faaliyetlerinde kullanılan ciddi oyun örnekleri bulunmaktadır. Bu oyunlar, Teknoloji ve İnovasyon Derneği tarafından kurulan "Anayurt Güvenliği Eğitim ve Araştırma Merkezi" tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsünde yapılan tez çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir. Şekil 4.2.'de EYP ile Mücadele Ciddi Oyunu Ekran Görüntüleri verilmiştir. Eğitimdeki uzman personellere çoğunlukla verilen eğitimlerde gerçek hayatta yaşanmış olgulardan ve elde edilen sonuçlardan oluşturulan bir senaryo ile eğitim verilmektedir. Bu eğitimlerin sonucunda personellere verilen farklı görevler ve rollerde geri dönüşü olmayan hatalar yapılmadan eğitilmesi amaçlanmaktadır ("www.anayurtguvenligi.com; Ciddi Oyun Kataloğu", 2018: 2).

Şekil 4.2. EYP ile Mücadele Ciddi Oyunu Ekran Görüntüleri



Kaynak: ("www.anayurtguvenligi.com;Ciddi Oyun Kataloğu", 2018: 2)

World Without Oil (WWO): Dilimizde ki karşılığı "Petrolsüz Dünya" anlamına gelen bu ciddi oyunun amacı, çağımızda petrol ve türevlerinin aşırı ve bilinçsiz kullanımından kaynaklanan ve gelecekte global petrol kıtlığına yol açmasına sebebiyet vermesinden dolayı bu konuya dikkat çekmek ve bu oluşabilecek sorunlar için çözüm önerileri geliştirebilmesi için tasarlanmıştır. Oyunlaştırma alanında ki en önemli isimlerden biri olarak nitelendirilen Jane McGonigal da tasarımcılar arasında bulunmaktadır. Oyunda oluşabilecek ani bir petrol krizinin ilk 32 haftası simüle

edilmektedir. Bu oyunun içeriğinde ise oyuncuların meydana gelen petrol krizinden çok fazla etkilendiklerini düşünmelerini istemektedir daha sonra dünyada ve yaşadıkları yerlerdeki insanların bu olaya nasıl tepki verdiklerini düşünerek ve bunun nasıl oluştuğunu açıklamalarını ve bu krize adapte olabilmeyi kolay, etkili ve pratik çözümler üreterek bunların geliştirilmesi üzerinde beraber çalışmalarını istemektedir. Tasarlanan ciddi oyun, meydana gelen soruna oyuncuların kolektif zekâ ve hayal gücünü kullanarak çözüm üretmeyi amaçlamaktadır. Oyuncular, oyunda karşılaştıkları senaryoları çözerek, politika yapıcıları ve diğer insanları geleceği öngörmeye davet etmektedir. Bu sayede, kötü sonuçların önlenmesi için gerekli veri tabanı oluşturulması hedeflenmektedir (World Without Oil | ITVS, 2007).

Kaçış Odaları Ciddi Oyunu: Bu ciddi oyun türü dünya genelinde yaklaşık olarak on yıldır etkin bir şekilde oynanmaktadır. Birçok işletme bu oyunu farklı senaryolarda tasarlayarak piyasa sürmüştür. Korku evi temalı oyunlar, oyuncuları kısıtlı bir süre içinde, türlü senaryolar ve bulmacalar içeren bir odadan dışarı çıkarmaya dayanır. Bu oyunların tasarımında, oyuncuların buldukları alandaki küçük detaylara dikkat ederek analitik düşünme ve hızlı karar verme yeteneklerini geliştirmeleri hedeflenir.

Türkiye'de bu temada birçok korku evi örneği bulunmaktadır. Bunlardan biri, Yakın Doğu Üniversitesi Bilgi Yönetimi Uygulamaları dersinde yürütülen bir proje kapsamında tasarlanan "Atıla Türk Kaçış Odası"dır. Adını, Yakın Doğu Üniversitesi öğretim görevlisi iken 2016 yılında vefat eden Atıla Türk'ten alan oyunda, oyunculara kişisel eşyalardan oluşan ipuçları, bulmacalar, dikkat gerektiren ve üzerinde düşünülmesi gereken argümanlar yer verilmektedir. Oyunun amacı, istenilen sürede ipuçlarını bulup çözerek odadan çıkabilmektir ("A.T. Kaçış Odası", 2018).

4.3. Biyobenzetim Oyun Örnekleri

Biomimikri GoFISH Kartları: klasik bir kart oyununu doğadan ilham alan yenilikçi bir dokunuşla yeniden tasarlayan bir oyundur. Oyuncular, meydan okuma kartlarını biyoloji kartlarıyla eşleştirerek, doğanın dehasından yararlanarak yaratıcı çözümler üretmeyi öğrenirler (biomimicry.net/product/gofish/(Erişim Tarihi:11.09.2023)).

Biyomimikri kartları: doğayı, işletmeyi ve teknolojiyi ilişkilendirmesi ve insanı bu araştırmanın merkezine yerleştirmesi sayesinde oyun, biyomimikriyi anlamınıza yardımcı olması planlanmaktadır. Biyomimikri kartları gerçek bir fikir üreticisidir ve sürdürülebilir yeniliklere yol açabilir. Doğadan ilham alırken işletmelere yeni bir tasarım yöntemi sunuyorlar.

Bu oyun, katılımcılar arasındaki işbirliğini teşvik eder, yeniliği ve birlikte inşayı basit ve eğlenceli bir şekilde teşvik etmektedir (<https://circulab.academy/circular-economy-tools/biomimicards/> (Erişim Tarihi:11.09.2023)).

Velcro Yarış Oyunu: Bu oyun, öğrencilere doğanın tasarım çözümleri için zengin bir kaynak olabileceğini göstermeye yardımcı olur. Velcro, doğadan ilham alan bir tasarım örneğidir. Bu oyun, öğrencilerin doğadan ilham alan tasarımın potansiyel faydalarını değerlendirmelerine yardımcı olur. Doğadan ilham alan tasarım, yeni ve yaratıcı çözümler geliştirmek için bir yol sağlayabilir. Bu çözümler, daha verimli, sürdürülebilir ve kullanıcı dostu olabilir (<https://asknature.org/resource/velcro-race-game/>(erişim tarihi:23.11.2023)).

BEŞİNCİ BÖLÜM

BİYO BENZETİM TEMELLİ İNOVASYON SİSTEMİ ve CİDDİ OYUN UYGULAMASI

Doğadan ilham alarak yeni teknolojiler ve çözümler geliştirme süreci olan biyomimikri, yaratıcı fikir oyunları ile desteklenmektedir. Bu oyunlar, oyuncuların doğanın mucizelerinden öğrenerek yeni fikirler üretmelerini sağlar. Oyunlar, oyuncuların düşünme, problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.

Biyomimikri, doğadaki tasarımları inceleyerek, bu tasarımlardan ilham alarak yeni teknolojiler ve çözümler geliştirme sürecidir. Biyomimikri temelli inovasyon oyunları, bu süreci eğlenceli bir şekilde öğrenmeyi sağlar. Bu oyunlar, farklı yaş grupları için uygundur. Basit veya karmaşık olabilirler. Oyunların amacı, oyuncuların doğanın mucizelerinden öğrenerek yeni fikirler üretmeleridir. Biyomimikri temelli inovasyon oyunları, oyuncuların eğlenirken öğrenmelerine yardımcı olur. Oyunlar, oyuncuların düşünme, problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar.

Biyobenzetim temelli inovasyon sistemi oyunları, okullarda, üniversitelerde ve şirketlerde kullanılabilir. Oyunlar, öğrencilerin, öğretmenlerin ve çalışanların düşünme becerilerini geliştirmelerine, problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve yaratıcılıklarını artırmalarına yardımcı olur.

Bu oyunun temel amacı; bireyleri geleneksel düşünme yapısından koparıp alışkanlıklarının dışına çıkararak, biyomimikri temelli yaratıcı fikir geliştirmeye teşvik etmek ve bireylerin, doğanın sınırsız kaynağından faydalanarak yaratıcı düşünmede bir sınır olmadığını fark etmelerini sağlamaktır.

Oyun; takım, grup veya tek başına oynanabilir. Oyun, biyomimikri temelli yeni ürün, hizmet, süreç veya fikir geliştirme aşamalarında kişilerin yaratıcı fikir geliştirmesini tetikler.

Oyun, bireylerin aşağıdaki becerileri geliştirmesine yardımcı olur:

- Araştırma geliştirme becerileri,

- Yenilikçi düşünme becerileri,
- Yaratıcı düşünme becerileri,
- Tasarım odaklı düşünme becerileri,
- Biyomimikri temelli düşünme becerileri,
- Iraksak ve yakınsak düşünme becerileri,
- Müzakere yapma becerileri,

Biyomimikri Oyunu, bireylerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek ve biyomimikri temelli yeni fikirler üretmek için harika bir fırsattır. Oyun, bireylerin doğanın sınırsız kaynağından faydalanarak yaratıcı düşünmede bir sınır olmadığını fark etmesini sağlayacaktır.

5.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Biyomimikri, doğadaki sistemlerden ilham alarak yeni teknolojiler ve ürünler geliştirme sürecidir. Biyomimikri, doğanın milyonlarca yıllık evrimsel süreci sonucunda geliştirdiği verimli ve sürdürülebilir çözümlere dayanmaktadır. Biyomimikri, yeni ve yaratıcı çözümler geliştirmenin, mevcut sorunları çözenin ve sürdürülebilir bir gelecek yaratmanın güçlü bir yoludur. Doğadaki hemen hemen her şey, yeni bir icat ya da teknolojik bir gelişme için kıvılcım olabilir. İşletmeciler, mühendisler, biyologlar ve tasarımcılar gibi meslek grubuna dahil olan kişiler teknolojik problemlere çözüm bulmak amacıyla çoğunlukla doğaya başvurumaktadırlar. Bu tez çalışması; fikir geliştirmek, problem çözmek ve inovasyon yaparak özgün ürünler, hizmetler tasarlamak amacıyla planlanmıştır. Bugünün dünyasında, problem çözme becerisine sahip, takım çalışmasına uyumlu, teknolojiyi kullanabilen, eleştirel ve yenilikçi düşünebilen bireyler çok önemlidir. Bireylerin inovatif düşünme becerilerini ürüne dönüştürmeleri hem ülke ekonomisini hem de akademik başarıyı etkiler. Bu nedenle, biomimikri, biotriz ve triz temelli inovasyon oyunları oynanarak, faydalı modeller veya patentler geliştirilerek, yaratıcı problem çözme, sürdürülebilir ve yenilikçi düşünme becerileri geliştirilebilir. Bu oyunlar herkes için uygundur ve çevre dostu ürünler geliştiren şirketler, sürdürülebilirlik konusunda çalışan kuruluşlar, Ar-Ge/Ür-Ge çalışanları, yenilikçi ürün veya hizmet

sunan şirketler, tasarımcılar, girişimciler, araştırmacılar, mühendisler ve öğrenciler tarafından oynanabilir.

5.1.1. Sınırlılıklar

Araştırma, farklı alanlarda eğitim alan üniversite öğrencileri arasından araştırmaya katılan 102 öğrenci ile sınırlıdır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır.

5.1.2. Varsayımlar

Araştırma kapsamında öğrencilere sunulan veri toplama araçları amaca uygundur. Öğrencilerin veri toplama araçlarında belirtilen gönüllülük esasına göre samimi cevaplar verdikleri varsayılmıştır.

5.1.3. Araştırmanın modeli

Her araştırmanın ilk aşaması, araştırmanın amacını belirlemektir. Araştırmalar, kuramdan türetilmiş veya uygulama sürecinde saptanmış sorulara cevap verebilmek için gerçekleştirilir. Araştırmacı, amacını belirledikten sonra, o amaca kendisini ulaştıracak bir araştırma yöntemine karar vermek zorundadır. Araştırma yöntemi, araştırmacının amacına ulaşmak için kullanacağı yoldur. Araştırma yöntemleri, kullanılacak veri toplama teknikleri, veri analizi yöntemleri ve araştırma raporunun yazılma şekli gibi unsurları içerir. Araştırma yönteminin seçimi, araştırmanın amacına, araştırma konusuna ve araştırmacının sahip olduğu kaynaklara göre yapılmalıdır. Araştırmacının amacı, araştırmanın neyi bulmaya çalıştığını belirler. Araştırma konusu, araştırmanın hangi alanda yapılacağını belirler. Araştırmacının sahip olduğu kaynaklar, araştırmacının hangi araştırma yöntemlerini kullanabileceğini belirler. Araştırma yönteminin seçimi, araştırmanın başarısı için önemlidir. Araştırma yönteminin doğru seçilmesi, araştırmacının amacına ulaşmasını ve araştırma sonuçlarının güvenilir olmasını sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 113-118).

Bu araştırmada amaca ulaşabilmek için araştırma deseni olarak nicel araştırma yöntemlerinden ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.

Yarı deneysel desen yöntemi, kontrol grubunun olduğu, son ölçümün her zaman yapıldığı, duruma göre ilk ölçümün de olduğu deneylerdir. Bu deneylerde, deneklerin rastgele, olarak iki gruba ayrılır: deney grubu ve kontrol grubu. Deney

grubu, bağımsız değişkenin etkisini test etmek için yeni bir tedavi veya uygulama alır, kontrol grubu ise tedavi veya uygulamayı almaz. Deneyler, deneklerin bağımsız değişkeni uygulamadan önce ve sonra ölçümlerinin yapılmasıyla sonuçlanır. Bu, araştırmacıların deneklerin performansındaki herhangi bir değişikliği bağımsız değişkene bağlamasına olanak tanır (Arıkan, 2013: 77). Bu tür desenli koleksiyonlarda, gözlemin amaca uygun olması kritik öneme sahiptir (Balcı, 2001: 14).

Biyomimikri, inovasyon, triz ve biotriz kavramlarının ciddi oyun olarak oynatıldığı ve bu oyunların kişilerin oynamadan önceki ve sonraki öz yeterlilik ve tutumları üzerine etkisinin belirlendiği bu araştırmada, ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen yöntemi tercih edilmiştir.

5.1.4. Çalışma grubu

Araştırmanın evreni, 2022-2023 Eğitim Öğretim Yılı, Bahar Döneminde, İstanbul ilinde bulunan vakıf ve özel üniversitelerde eğitim gören 1., 2., 3. ve 4. sınıf öğrencileridir. Araştırma, farklı ilçelerde ve farklı fakültelerde eğitim gören öğrencileri kapsamaktadır. Araştırmada çalışma grubu gönüllülük esasına göre yapılmış olup formların dışına çıkılmamıştır. Öğrenciler, araştırmaya katılmak için formları doldurmuş ve araştırmacı ile iletişime geçmiştir. Araştırmacı, öğrencilerle sürekli iletişim halinde olmuş ve öğrencilerin araştırmaya katılımını kolaylaştırmıştır.

5.1.5. Veri toplama araçları

Araştırmada, öğrencilerin biyobenzetim temelli inovasyon sistemi oyununa karşı tutumlarını ve öz yeterliliklerini ölçmek için araştırmacı tarafından geliştirilen tutum ve öz yeterlilik ölçekleri kullanılmıştır. Tutum ölçeği, öğrencilerin oyuna karşı olumlu ya da olumsuz duygu ve düşüncelerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Öz yeterlilik ölçeği ise öğrencilerin oyunda başarılı olma konusundaki güvenlerini ölçmeyi amaçlamaktadır.

5.1.6. Veri toplama süreci

Nicel veriler, ön ve son testler aracılığı ile toplanmıştır. Veri toplama işlemi üniversite öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde ölçekleri uygulayan araştırmacı tarafından katılımcılara biyomimikri, inovasyon, triz ve biotriz

konuları hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonrasında ön testler uygulanmış, araştırmacı ve katılımcılar arasında planlama yapılarak oyun oynatılmaya başlanmıştır. Oyun aşağıda anlatıldığı gibi oynanmıştır.

5.1.7. Biyomimikri temelli inovasyon sistemi oyunu tasarım süreci

Biyomimikri, doğadaki sistemlerden ve süreçlerden ilham alarak yeni ürünler, hizmetler ve teknolojiler geliştirme sürecidir. Bu oyun, biyomimikri temelli inovasyonu teşvik etmek ve bu alanda farkındalık yaratmak amacıyla tasarlanmıştır.

Oyun tasarım süreci, öncelikle hedef kitlenin belirlenmesiyle başladı. Oyun, 15 yaş ve üzeri bireylere yönelik olarak tasarlandı. Oyunun hem bireysel hem de grup halinde oynanabilmesi hedeflendi.

Oyun tasarımı sürecinde, biyomimikri temelli inovasyon sürecinin aşamaları dikkate alındı. Oyun, bu aşamaları kapsayacak şekilde tasarlandı. Oyunun başlangıç seviyesinde, oyunculara sadece bir ürün veya hizmet fikri ve bir hedef kitle veriliyor. Oyunun ilerleyen seviyelerinde ise, oyunculara biyomimikri temelli düşünmenin farklı aşamaları için kartlar veriliyor. Bu kartlar, oyuncuların yaratıcılıklarını ve inovatif düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı oluyor.

Oyun tasarımında, biyomimikrinin farklı uygulama alanları da dikkate alındı. Oyunda, farklı sektörlere ve ihtiyaçlara yönelik ürünler, hizmetler ve teknolojiler geliştirmek için biyomimikriden nasıl yararlanılabileceği gösteriliyor.

Oyun tasarım sürecinde, oyunun eğlenceli ve öğretici olması da hedeflendi. Oyunun kuralları basit ve anlaşılır olacak şekilde tasarlandı. Oyunun içeriği ise, biyomimikri, inovasyon ve triz hakkında bilgilendirici olacak şekilde hazırlandı.

Oyun tasarım süreci, yaklaşık 6 ay sürdü. Oyunun geliştirme sürecinde, farklı yaş gruplarından ve mesleklerden bireylerden geri bildirim alındı. Bu geri bildirimler doğrultusunda, oyunun içeriği ve kuralları revize edildi.

Biyomimikri Temelli İnovasyon Sistemi Oyunu, biyomimikri temelli inovasyonu teşvik etmek ve bu alanda farkındalık yaratmak için önemli bir araç olarak görülüyor. Oyun, farklı yaş gruplarından ve mesleklerden bireylere yönelik olarak

tasarlanmış olması ve eğlenceli ve öğretici olması nedeniyle, geniş bir kitleye hitap etme potansiyeline sahip.

Oyun, Türkiye'nin İstanbul ilin de bulunan farklı üniversitelerde oynatıldı. Oyun, ayrıca özel sektör ve kamu kurum ve kuruluşlarında da oynanabilecek şekilde tasarlandı.

Biyomimikri Temelli İnovasyon Sistemi Oyunu, biyomimikri temelli inovasyonu teşvik etmek ve bu alanda farkındalık yaratmak için önemli bir adım olarak görülmektedir. Oyunun, gelecekte biyomimikri alanındaki çalışmaların artmasına ve yenilikçi ürünlerin, hizmetlerin ve teknolojilerin geliştirilmesine katkıda bulunması hedeflenmektedir.

5.1.8. Oyun hakkında

Bu oyunun temel amacı; bireyleri geleneksel düşünme yapısından koparıp alışkanlıklarının dışına çıkararak, biyomimikri temelli yaratıcı fikir geliştirmeye teşvik etmek ve bireylerin, doğanın sınırsız kaynağından faydalanarak yaratıcı düşünmede bir sınır olmadığını fark etmelerini sağlamaktır.

Oyun; takım, grup veya tek başına da oynanabilmektedir. Bu oyunla birlikte, biyomimikri temelli yeni ürün, hizmet, süreç veya fikir geliştirme aşamalarında kişilerin yaratıcı fikir geliştirmeleri tetiklenmiştir.

Bu oyunlaştırmada:

- Araştırma geliştirme becerilerini geliştirme
- İnovatif düşünme
- Yaratıcı düşünme
- Tasarım odaklı düşünme
- Biyomimikri temelli düşünme
- İraksak ve yakınsak düşünme
- Müzakere

Yaparak bireylerin pratik yapmasını sağlayacaktır.

Oyuncular ve Takımlar

Grup halinde veya tek başına oynanabilen bir oyunlaştırmadır.

Minimum 4 maksimum 16 kişilik grup halinde oynanır.

Oyun Başlangıcı

- Sarı ve kırmızı kartlar oyuna başlangıç kartlarıdır.
- Oyuna başlarken bir kağıt ve kalem olması gerekmektedir.
- Yeşil kart hariç diğer kartlar kapalı bir şekilde sıralanır.
- Oyun seviyelerine göre oynanır.

Oyun Seviyeleri

Başlangıç seviyesi: Sadece sarı ve kırmızı kartlarla oynanır.

Orta seviye: Sarı, kırmızı ve bir yeşil kartla oynanır.

İleri seviye: Sarı, kırmızı, yeşil ve siyah kartla oynanır.

Uzman seviye: Sarı, kırmızı, yeşil, siyah ve beyaz kartlarla oynanır.

Nasıl Oynanır?

- Oyun bir moderatör tarafından yönetilir.
- Moderatör, oyuncu tiplerini belirleyerek grupları oluşturur.
- Her bir oyun için; başlangıç ve orta seviye için 20 dakika, ileri ve uzman seviyelerinde ise 30 dakikadır.
- Oyunda ileri ve uzman seviyelerine atlamak için başlangıç seviyesi 5 tur, orta seviye 4 tur oynanabilir.
- Kartlar oyuncular tarafından çekilir. Kartlar çekildikten sonra oyuncular ellerindeki bulunan diğer kartlara göre yeşil kartta ki doğaya sor yönlendirmesini kullanarak internetten araştırma yaparak oynar.
- Oyun seviyesine göre çekilen kartları takip ederek fikir geliştirmeye başlayabilirsiniz.

- Değerlendirme formunu bir A4 kağıdına çizerek üretilen fikirlerle doldurulup puanlama yapılır.
- Takım halinde oynandığında oyun sonunda takımlar fikirlerini birbirine söyleyerek müzakere yapabilir. Bununla birlikte ıraksak düşünme yapılır.
- Oyun sonunda değerlendirme formuna yazılan fikirler moderatör tarafından kontrol edilerek puanlandırılır.
- Moderatör puanlamayı 3 farklı kategoride değerlendirir:
 - İyi fikir
 - Esinlenilmiş fikir
 - Orijinal fikir

Değerlendirme formu örneği:

Fikirler	Kullanılabilirlik	Yarar/Zarar	Çelişkiler	Uygulama	Orijinallik	Oluşturduğu fırsatlar
						Toplam:

Değerlendirme formu puanlama:

7 tane kategoriye ayrılmıştır.

-Fikirler = 10 puan

- İyi fikir =3
- Esinlenilmiş fikir =2
- Orijinal fikir =5

- Kullanılabilirlik = 5 puan

- Yarar/Zarar = 5 puan

- Çelişkiler = 10 puan

- Uygulama = 5 puan

- Orijinallik = 10 puan

- Oluşturduğu fırsatlar = 5 puan

Kartlar:

5 adet renkli kart bulunmaktadır.

- Sarı
- Kırmızı
- Siyah
- Beyaz
- Yeşil

Sarı: Fikir geliştir

Kırmızı: Niçin

Siyah: Ana kartlar

Beyaz: Alt kartlar

Yeşil: Biyomimikri kartları

Sarı kartlar: Fikir geliştirmek için kullanılır.

Kırmızı kartlar: Kim veya kimler için sorularında kullanılır.

Siyah kartlar: Ana kartlardır oluşturulan fikirlerdeki ortaya çıkan çelişkiler için kullanılır.

Beyaz kartlar: Geliştirilen fikir/fikirler için uygulanması gereken adımları belirler.

Yeşil kartlar: Fikirlerin biyomimikri temelli üretilmesinde kullanılır.

Yeşil kartlar: Biyomimikri kartı

1- Doğaya sor

Siyah kartlar: Ana kartlar

- 1- Mevcut kaynakları verimli kullanın
- 2- Mevcut kaynağı başka bir şeyle birleştirin/bölün
- 3- Mevcut bir kaynağı başka bir şeye uyarlayın
- 4- Mevcut kaynağı parçalara ayırın

- 5- Mevcut kaynağı değiştirin veya küçültün/büyütün
- 6- Mevcut kaynağın rengini veya şeklini değiştirin
- 7- Mevcut kaynağı ters-yüz ederek çevir
- 8- Mevcut kaynağı ortadan kaldırın ve başka bir şey için kullanın (Altun, 2019)

Beyaz: Alt kartlar

- 1- İşlevselliği (fonksiyonalityeyi) arttır
- 2- İşlevselliği arttırmak için bir parçayı alet gibi kullan
- 3- Özel bir hareket yöntemiyle veya tasarımla enerji tasarrufu sağla
- 4- İşlevselliği arttırarak çevredeki kaynakları kullan
- 5- Algı- tespit etkinliğini arttır
- 6- Birden fazla unsuru kullanarak algı- tespit keskinliğini arttır
- 7- Algı- tespit işlevini arttırmak kendindeki kaynakları aracı olarak kullan
- 8- Algı- tespit işlevini arttırmak için bir uyarıcı kullan
- 9- Problemlerden yarar sağla
- 10- Çevredeki zararlı unsurları kaynak olarak kullan
- 11- Kendindeki zararlı unsurları kaynak olarak kullan
- 12- Zarar oluşturabilecek herhangi bir faktörü yararlı bir kaynak olarak düzelt ve kullan
- 13- Riski azalt veya süreci hızlandır
- 14- Zorluk yaratabilecek olan unsurları yok ederek hızlan
- 15- Riski azaltmak ve süreci hızlandırmak için parçalara böl
- 16- İşlevselliğini arttırmak ve süreci hızlandırmak için büyüt/küçült
- 17- Zorlu şartlarda kıt olan kaynakları etkin bir şekilde kullan
- 18- Kendindeki kaynakları ideal bir şekilde kullan
- 19- Kendindeki kaynakları uzun vadeye böl veya başka bir şeye uyarla

- 20- Çevredeki kaynakları ideal bir şekilde kullan
- 21- Kullanılan malzeme miktarını azaltarak dayanıklılığı artır
- 22- Adapte et veya başka bir şeye uyarla
- 23- Zor şartlarda hayatta kalabilmek için enerji tüketimini ayarla ve adapte et
- 24- Dönemsel olarak değişebilen şartlara uyum sağlamasına sağla
- 25- Değişkenlik gösteren şeylere fikir, süreç, davranış veya malzeme ekle ve uyum sağla
- 26- Geriye dön, ortadan kaldır veya başka bir şeyde kullan
- 27- Geriye dön başarısızlıklardan başarı sağla
- 28- Yaşanan veya yaşanabilecek olumsuzlukları ortadan kaldır veya etkisiz hale getir
- 29- Olumsuzlukları tespit et yeniden düzenle veya yararlı hale getirerek başka bir şeyde kullan (Altun, 2019)

Sarı kartlar: Fikir Geliştir

- 1- Bir okul (anasınıfı, ilkökul, ortaokul) fikri geliştir
- 2- Bir bina fikri geliştir
- 3- Bir çadır fikri geliştir
- 4- Bir köprü veya yol fikri geliştir
- 5- Bir restoran fikri geliştir
- 6- Bir akıllı uygulama fikri geliştir
- 7- Bir alanda bekleme fikri geliştir
- 8- Bir e- dergi fikri geliştir
- 9- Bir spor kompleksi fikri geliştir
- 10- Bir e- ticaret fikri geliştir
- 11- Bir akıllı tencere fikri geliştir
- 12- Bir akıllı bardak fikri geliştir

- 13- Bir toplu taşıma fikri geliştir
- 14- Bir yük taşıma sistemi fikri geliştir
- 15- Bir mağaza fikri geliştir
- 16- Bir mahalle bakkalı fikri geliştir
- 17- Bir boya fikri geliştir
- 18- Bir eğlence alanı fikri geliştir
- 19- Bir oyuncak fikri geliştir
- 20- Bir barınak fikri geliştir
- 21- Bir yeşil alan fikri geliştir
- 22- Bir yangın söndürme alet fikri geliştir
- 23- Bir gemi fikri geliştir
- 24- Bir bina temizleme fikri geliştir
- 25- Bir dinlenme alanı fikri geliştir
- 26- Bir ofis fikri geliştir
- 27- Bir akıllı cihaz/alet fikri geliştir(*Biyobenzetim Kart Oyunları, t.y.*)

Kırmızı kartlar: Niçin

- 1- Sağlıklı bir hayat için
- 2- Herhangi bir enerji türünde tasarruf yapmak için
- 3- Zararlı alışkanlıklardan kurtarmak için
- 4- Dünyayı gezmek için
- 5- Stres ve öfkeyi azaltmak için
- 6- Kıyamet günü hayatta kalmak için
- 7- Görme engellilerin hayatını kolaylaştırmak için
- 8- Yaratıcı düşünmeyi arttırmak için
- 9- Sosyal konularda farkındalık yaratmak için

- 10- Finansal okur- yazarlığı arttırmak için
- 11- Verimliliği arttırmak için
- 12- Atık oranını azaltmak için
- 13- İnsanların yaşam standartlarını arttırmak için
- 14- Olağanüstü durumlarda haber göndermek için
- 15- Hayvanları korumak için
- 16- Gizliliği korumak için
- 17- Cinsiyet ayrımını engellemek için
- 18- İşitme engellilerin hayatını kolaylaştırmak için
- 19- Zamandan tasarruf için
- 20- Organize/sistemli olmak için
- 21- Seyahat etmek için
- 22- Evde tasarruf yapmak için
- 23- Para kazanmak için (*Biyobenzetim Kart Oyunları, t.y.*)

Başlangıç seviyesi = sarı ve kırmızı kart

Sarı = bir köprü fikri geliştir

Kırmızı = hayvanları korumak için

Fikirler	Kullanılabilirlik	Yarar/Zarar	Çelişkiler	Uygulama	Orijinallik	Oluşturduğu fırsatlar
						Toplam:

Orta seviye = sarı, kırmızı ve yeşil kart

Yeşil= doğadaki herhangi bir bitki

Sarı= bir barınak geliştir

Kırmızı= atık oranını azaltmak için

Fikirler	Kullanılabilirlik	Yarar/Zarar	Çelişkiler	Uygulama	Orijinallik	Oluşturduğu fırsatlar
						Toplam:

İleri seviye= sarı, kırmızı, yeşil ve siyah kart

Sarı= bir mağaza fikri geliştire

Kırmızı= finansal okur-yazarlığı arttırmak için

Yeşil= doğadaki herhangi bir hayvan

Siyah= var olan kaynağı büyült veya küçült

Fikirler	Kullanılabilirlik	Yarar/Zarar	Çelişkiler	Uygulama	Orijinallik	Oluşturduğu fırsatlar
						Toplam:

Uzman seviye= sarı, kırmızı, yeşil, siyah ve beyaz kart

Sarı= bir e-ticaret fikri geliştire

Kırmızı= yaratıcı düşüncüyü arttırmak için

Yeşil= doğadaki herhangi bir hayvan

Siyah= var olan kaynağı başka bir şeyle birleştir/ayır

Beyaz= işlevselliği arttırmak ve süreci hızlandırmak için büyült/küçült

Fikirler	Kullanılabilirlik	Yarar/Zarar	Çelişkiler	Uygulama	Orijinallik	Oluşturduğu fırsatlar
						Toplam:

Oyun tamamlandıktan sonra öz yeterlilik ölçeği ve tutum ölçeği son test şeklinde uygulanarak araştırmanın son aşamasına gelinmiştir. Uygulama süreci sonunda öğrencilerle görüşmeler yapılarak öğrencilerin oyuna yönelik görüşleri elde edilmeye çalışılmıştır. Son aşamada veriler analiz edilerek, sonuç aşamasına geçilmiştir. Bu çalışmada, Biyomimikri Oyunu'nun öğrencilerin biyomimikri odaklı yaratıcı fikirler geliştirmesine yardımcı olup olmadığı incelenmiştir.

5.2. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Öz Yeterlilik Ölçeği

Bireylerin Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi oyununa yönelik eğilimlerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen ve toplam 15 maddeden oluşan ‘Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Öz Yeterlilik Ölçeği’ kullanılmıştır. Veriler ön ve son testler aracılığı ile toplanmıştır. Ön testler için veriler 20.07.2023- tarihinde; son testler için veriler 04.08.2023 tarihleri arasında toplanmıştır.

5.2.1. Ölçek geliştirme süreci

Araştırma bilgilerinin elde edilmesi için öncelikle Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulundan “Beyan edilen veri formlarının dışına çıkılmaması şartıyla araştırmanın uygulanabilirliği konusunda bilimsel araştırmalar etiği açısından bir sakınca yoktur.” şeklinde ifade edilen kayıt no:95 numaralı etik kurul kararı/onayı alınmıştır. Üniversite etik kurulundan uygulama izni alındıktan sonra tutum ölçeği geliştirmek adına öncelikle alana ilişkin teorik ve kuramsal bilgiler edinilmiştir. Ölçeğin maddeleri oluşturulurken, ilk olarak ilgili literatür taranmıştır. Ölçek maddeleri kapsamlı şekilde yapılan literatür taramasından çıkarımlar elde edilerek oluşturulmuştur. Öz yeterlilik ölçeği için toplam 45 maddeden oluşturulmuştur. Ölçek 4 farklı uzman tarafından değerlendirilmiştir. İncelemeler sonucunda uzmanların hem fikir olduğu tutum ölçeğinden toplam 45 tane öz yeterlilik ölçeğinden 20 madde çıkartılıp, 25 madde üzerinde hemfikir olunmuş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. 10 madde ise açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi sonucunda atılmıştır. Böylece ölçeğin görünüş ve kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Ardından ölçeğin dil, anlatım, imla ve yazım hataları 1 Türkçe alan uzmanı tarafından incelenip düzeltilmiştir. Öz yeterlilik Ölçeğinde 1-hiç yeterli değilim 2-yeterli değilim

3-biraz yeterliyim 4-yeterliyim 5-tamamen yeterliyim tutum ölçeğinde ise 1-hiç katılmıyorum 2-katılmıyorum 3-kararsızım 4-katılıyorum 5-tamamen katılıyorum şeklindedir. Ölçekler ön ve son test olmak üzere toplam 202 tane 1., 2., 3., ve 4. sınıf üniversite öğrencisine uygulanmıştır.

Google Form aracılığıyla toplanan ve kayıp veri olmadığı görülen veri setindeki uç değerler kontrol edilmiştir. Bunun için toplam puanların ortalama üzerinden standardize edilmiş puanlar hesaplanmış; veri setinde elde kalan 202 gözlem, rastgele karıştırılmış ardından iki eş parçaya ayrılmıştır. 101 gözlem ile Açımlayıcı faktör analizi (AFA), diğer eş parça ile Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Ayrıca AFA'nın yapıldığı veri setinde geliştirilmek istenen ölçeğin Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları ile Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu işlemlerde SPSS 22 istatistiki paket programı kullanılırken; DFA için AMOS 23 istatistiki paket programına başvurulmuştur.

Ölçeğin faktör analizi için uygunluğu araştırmacılar tarafından Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile analiz edilmiştir. KMO'nun .50'dan fazla ve Barlett Sphericity testinin anlamlı olması verilerin faktör analizi için uygun olduğuna işaret eder (Büyüköztürk vd., 2008: 6). Ölçeğin KMO katsayısı .914 olarak belirlenmiş, Barlett Sphericity testindeki değer ise anlamlı bulunmuştur ($\chi^2=5026,284$, $sd=300$; $p<.01$). Bu bağlamda örneklem büyüklüğü ve elde edilen verilere bakılarak faktör analizi için uygun olduğuna karar verilmiştir.

5.2.2. Açımlayıcı faktör analizi sonuçları

Geliştirilmek istenen Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Öz Yeterlilik Ölçeğinin yapı geçerliğini test etmek için açımlayıcı faktör analizi tekniklerinden olan temel bileşenler analizi yapılmıştır. Can'a (2017) göre temel bileşenler analizi, verileri gruplandırıp azaltma ve en az ölçme işlemiyle en çok doğru bilgi elde etmek amacıyla yapılır (A. Can, 2018: 14). Başlangıç olarak verilerin faktör analizine uygun olup olmadığını görebilmek için Kaiser Meyer Olkin (KMO) örneklem yeterliği katsayısı ile Barlett Küresellik testi anlamlılık değerine bakılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, Kaiser Meyer Olkin (KMO) örneklem yeterliği katsayısı .914 bulunmuştur. Field'e (2013) göre, KMO değerinin .50'den büyük çıkması ölçeği oluşturan bütün değişkenlerin birbirlerini çok iyi bir şekilde tahmin edebileceği

anlamına gelir (Field, 2013: 213). Diğer taraftan hesaplanan Barlett Küresellik testi değeri de anlamlı çıkmıştır ($\chi^2= 5026,284$, $sd= 300$; $p<.01$). Ulaşılan bu değerler ışığında, örneklemeden elde edilen verilerin faktör analizine uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu doğrultuda “Varimax” döndürme metodu kullanılarak temel bileşenler analizi yapılmıştır. Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk (2012)’ün önerileri doğrultusunda, faktör yük değerleri .30’un altında olan maddelerle birden fazla faktöre yük veren ve faktör yükleri arasında 10’dan az olan 10 madde atılmıştır (Çokluk vd., 2012: 190).

Geliştirilmek istenen ölçeğin özdeğeri 1’in üstünde olan üç (3) faktör ve bileşen sayısının 15 olduğu görülmektedir. Araştırmacılara göre (De Vaus, 2013), grafikte görülen ani düşüş ve öz değeri birin (1) üzerinde bulunan değerler faktör sayısını gösterir. Buradan hareketle, ölçeğin üç (3) faktörlü yapıda ve 15 maddeden oluştuğu söylenebilir (De Vaus ve de Vaus, 2013: 14).

5.2.3. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

Elde edilen modelin uyumluluğu, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile test edilmiştir. Modellerin verilerle uyumlu olup olmadığının bilinmesi için birtakım uyum indseklerine bakılması önerilmektedir (Byrne, 2013: 7; Kline, 2011: 15; Schumacker ve Lomax, 2010: 20). Bunlar; genel uyum indeksi (GFI), ki-kare uyum testi (χ^2), yaklaşık hataların ortalama karekökü (RMSEA), standartlaştırılmış hata kareleri ortalamasının karekökü (SRMR), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), normlandırılmamış uyum indeksi (TLI), artırmalı uyum indeksi (IFI) şeklindedir. Bu uyum indekslerinin kabul uyum ölçüt değerleri ile çalışmada hesaplanan değerler Tablo 5.1’de verilmiştir.

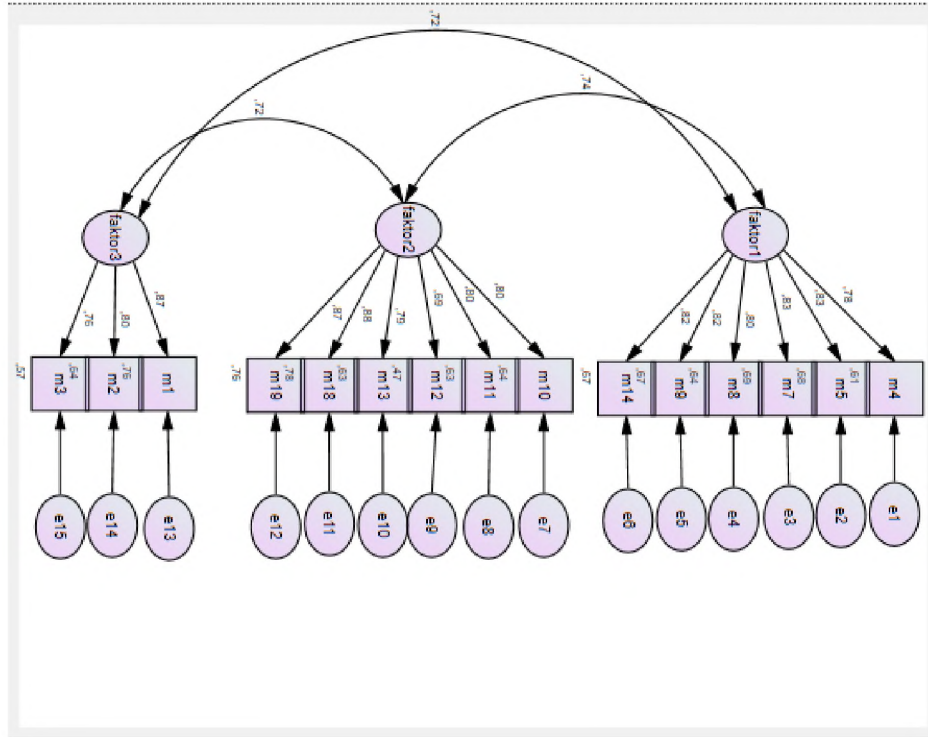
Tablo 5.1. Kabul Uyum İndeks Ölçüt Değerleri ile Çalışmada Hesaplanan Değerler

Uyum İndeksleri	Kabul uyum değerleri*	Çalışmada hesaplan değerler
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 5$	$428.3/87 = 4,92$
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq .08$	.082
TLI	$.90 \leq TLI < 1.00$	.80
CFI	$.90 \leq CFI < 1.00$	.80
GFI	$.90 \leq GFI < 1.00$	.80
AGFI	$.90 \leq GFI < 1.00$	.795
SRMR	< 0.08	.0671

*(Byrne, 2016; Çapık, 2014; Kline, 2011; Schumacker ve Lomax, 2010)
(Chow, Snowden & McConnerl, 2001)

Yapılan analiz sonucunda hesaplanan uyum indekslerinin $\chi^2 = 428.3$, $sd=87$, $p<.05$, $\chi^2/sd= 4,92$, $p<.05$; RMSEA=.082; SRMR=.0671; TLI=.80, CFI=.80, GFI=.80 ve AGFI=.795 değerlere sahip olması; ölçeğin kabul uyum değerlerine sahip olduğunu gösterir. Nihai modelin standardize edilmiş (düzeltilmiş) regresyon katsayı değerleri de Şekil 5.1'e yansıtılmıştır.

Şekil 5.1. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Öz Yeterlilik Ölçeğinin Standardize Edilmiş Regresyon Katsayı Değerlerin Gösterimi



Biyobenzetim temelli inovasyon sistemi ve ciddi oyun uygulaması öz yeterlilik ölçeğinin geneline ilişkin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısının .82; birinci faktörün .67, ikinci faktörün .76 ve son faktörün ise .67 olarak hesaplandığı görülmektedir. Faktör isimleri ise şu şekildedir: 1. Faktör bilgi edinme, 2. Faktör problem çözme, 3. Faktör genel bilgi olarak belirlenmiştir. Bu değer, ölçeğin güvenilirliği için yeterlidir (Büyüköztürk vd., 2008: 6-7). Ölçeğin geçerlik ve güvenilirliğine ait sonuçlar, bireylerin biyobenzetim temelli inovasyon sistemi oyununa yönelik öz yeterliliklerini belirlemek için kullanılabilir bir ölçek olduğunu göstermektedir.

5.3. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Tutum Ölçeği

Bireylerin Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi oyununa yönelik eğilimlerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen ve toplam 14 maddeden oluşan ‘Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Tutum Ölçeği’ kullanılmıştır. Veriler ön ve son testler aracılığı ile toplanmıştır. Ön testler için veriler 20.07.2023- tarihinde; son testler için veriler 04.08.2023 tarihleri arasında toplanmıştır.

5.3.1. Ölçek geliştirme süreci

Araştırma bilgilerinin elde edilmesi için öncelikle Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulundan “Beyan edilen veri formlarının dışına çıkılmaması şartıyla araştırmanın uygulanabilirliği konusunda bilimsel araştırmalar etiği açısından bir sakınca yoktur.” şeklinde ifade edilen kayıt no:95 numaralı etik kurul kararı/onayı alınmıştır. Üniversite etik kurulundan uygulama izni alındıktan sonra tutum ölçeği geliştirmek adına öncelikle alana ilişkin teorik ve kuramsal bilgiler edinilmiştir.

Ölçeğin maddeleri oluşturulurken, ilk olarak ilgili literatür taranmıştır. Ölçek maddeleri kapsamlı şekilde yapılan literatür taramasından çıkarımlar elde edilerek oluşturulmuştur. Kapsamlı şekilde yapılan literatür taraması sonucunda tutum ölçeği için toplam 47 madde oluşturulmuştur. Ölçek 4 farklı uzman tarafından değerlendirilmiştir. İncelemeler sonucunda uzmanların hem fikir olduğu tutum ölçeğinden toplam 47 tane tutum ölçeğinden 32 madde çıkartılıp, 15 madde üzerinde hemfikir olunmuştur ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. 1 madde ise açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi sonucunda atılmıştır. Böylece ölçeğin görünüş ve kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Ardından ölçeğin dil, anlatım, imla ve yazım hataları 1 Türkçe alan uzmanı tarafından incelenip düzeltilmiştir. Tutum ölçeği 1-hiç katılmıyorum 2-katılmıyorum 3-kararsızım 4-katılıyorum 5-tamamen katılıyorum şeklindedir. Ölçekler ön ve son test olmak üzere toplam 202 tane 1., 2., 3., ve 4. Sınıf üniversite öğrencisine uygulanmıştır.

Google Form aracılığıyla toplanan ve kayıp veri olmadığı görülen veri setindeki uç değerler kontrol edilmiştir. Bunun için toplam puanların ortalama üzerinden

standardize edilmiş puanlar hesaplanmış; veri setinde elde kalan 202 gözlem, rastgele karıştırılmış ardından iki eş parçaya ayrılmıştır. 101 gözlem ile Açıklayıcı faktör analizi (AFA), diğer eş parça ile Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Ayrıca AFA'nın yapıldığı veri setinde geliştirilmek istenen ölçeğin Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları ile Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu işlemlerde SPSS 22 istatistiki paket programı kullanılırken; DFA için AMOS 23 istatistiki paket programına başvurulmuştur.

Ölçeğin faktör analizi için uygunluğu, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile değerlendirilmiştir. KMO katsayısının .50'den büyük ve Bartlett Sphericity testinin anlamlı olması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu gösterir (Büyüköztürk vd., 2008: 6). Ölçeğin KMO katsayısı .849 olarak belirlenmiş, Barlett Sphericity testindeki değer ise anlamlı bulunmuştur ($\chi^2= 1519,844$, $sd= 105$; $p<.01$). Bu bağlamda örneklem büyüklüğü ve elde edilen verilere bakılarak faktör analizi için uygun olduğuna karar verilmiştir.

5.3.2. Açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Geliştirilmek istenen Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi Ve Ciddi Oyun Uygulaması Tutum ölçeğinin geçerliğini test etmek için açıklayıcı faktör analizi tekniklerinden olan temel bileşenler analizi yapılmıştır. Can'a (2017) göre temel bileşenler analizi, verileri gruplandırma ve azaltma yoluyla en az ölçme işlemiyle en çok doğru bilgiyi elde etmek için kullanılır (Can, 2018: 14). Başlangıç olarak verilerin faktör analizine uygun olup olmadığını görebilmek için Kaiser Meyer Olkin (KMO) örneklem yeterliği katsayısı ile Barlett Küresellik testi anlamlılık değerine bakılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, Kaiser Meyer Olkin (KMO) örneklem yeterliği katsayısı .849 bulunmuştur. Field'a (2009) göre, KMO katsayısının .50'den büyük olması, ölçeği oluşturan değişkenlerin birbiriyle yüksek düzeyde ilişkili olduğunu ve dolayısıyla birbirlerini iyi bir şekilde tahmin edebileceğini gösterir (Field, 2013: 213). Diğer taraftan hesaplanan Barlett Küresellik testi değeri de anlamlı çıkmıştır ($\chi^2= 1519,844$, $sd= 105$; $p<.01$). Ulaşılan bu değerler ışığında, örneklemden elde edilen verilerin faktör analizine uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu doğrultuda "Varimax" döndürme metodu kullanılarak temel bileşenler analizi yapılmıştır. Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk (2012)'e göre, faktör yük değerleri 0,30'un altında olan

maddeler ile birden fazla faktöre yük veren ve faktör yükleri arasında 10'dan az fark olan 1 madde atılmıştır (Çokluk vd., 2012: 190).

Geliştirilmek istenen ölçeğin özdeğeri 1'in üstünde olan dört (4) faktör ve bileşen sayısının 14 olduğu görülmektedir. Araştırmacılara göre grafikte görülen ani düşüş ve öz değeri birin (1) üzerinde bulunan değerler faktör sayısını gösterir (De Vaus ve de Vaus, 2013: 14). Buradan hareketle, ölçeğin dört (4) faktörlü yapıda ve 14 maddeden oluştuğu söylenebilir.

5.3.3. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

Elde edilen modelin uyumluluğu, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile test edilmiştir. Modellerin verilerle uyumlu olup olmadığının bilinmesi için birtakım uyum indseklerine bakılması önerilmektedir (Byrne, 2013: 7; Kline, 2011: 15; Schumacker ve Lomax, 2010: 20). Bunlar; genel uyum indeksi (GFI), ki-kare uyum testi (χ^2), yaklaşık hataların ortalama karekökü (RMSEA), standartlaştırılmış hata kareleri ortalamasının karekökü (SRMR), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), normlandırılmamış uyum indeksi (TLI), artırmalı uyum indeksi (IFI) şeklindedir. Bu uyum indekslerinin kabul uyum ölçüt değerleri ile çalışmada hesaplanan değerler Tablo 5.2' de verilmiştir.

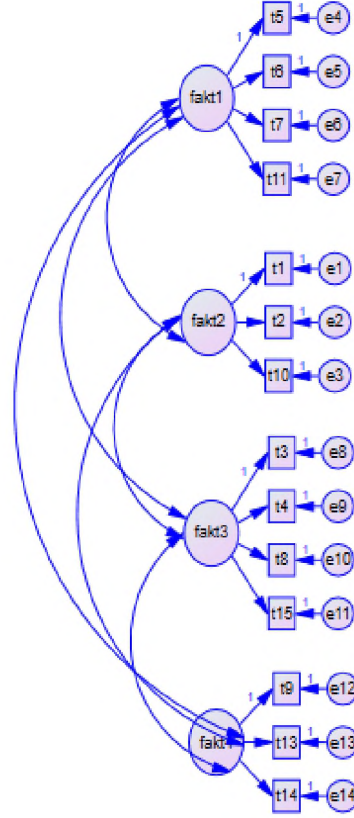
Tablo 5.2. Kabul Uyum İndeks Ölçüt Değerleri ile Çalışmada Hesaplanan Değerler

Uyum İndeksleri	Kabul uyum değerleri*	Çalışmada hesaplan değerler
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 5$	344,5/71 = 4,85
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq .08$	.724
TLI	$.90 \leq TLI < 1.00$	.928
CFI	$.90 \leq CFI < 1.00$	.80
GFI	$.90 \leq GFI < 1.00$	.80
AGFI	$.90 \leq GFI < 1.00$	.80
SRMR	< 0.08	.0699

* (Byrne, 2016; Çapık, 2014; Kline, 2011; Schumacker ve Lomax, 2010, Chow, Snowden & McConnerll, 2001)

Yapılan analiz sonucunda hesaplanan uyum indekslerinin $\chi^2 = 344,5$, $sd=71$, $p<.05$, $\chi^2/sd= 4,85$, $p<.05$; RMSEA=.724; SRMR=.0699; TLI=.928, CFI=.830, GFI=.835 ve AGFI=.756 değerlere sahip olması; ölçeğin kabul uyum değerlerine sahip olduğunu gösterir. Nihai modelin standardize edilmiş (düzeltilmiş) regresyon katsayı değerleri de Şekil 5.2' ye yansıtılmıştır.

Şekil 5.2. Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyun Uygulaması Tutum Ölçeğinin Standardize Edilmiş Regresyon Katsayı Değerlerinin Gösterimi



Biyobenzetim temelli inovasyon sistemi ve ciddi oyun uygulaması tutum ölçeğinin geneline ilişkin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısının .82; birinci faktörün .68, ikinci faktörün .73, üçüncü faktörün .74 ve son faktörün ise .76 olarak hesaplandığı görülmektedir. Faktör isimleri ise şu şekildedir: 1. Faktör destekleme, 2. Faktör eğitim, 3. Faktör fayda, 4. Faktör istek olarak belirlenmiştir. Bu değer, ölçeğin güvenilirliği için yeterlidir (Büyüköztürk vd., 2008: 6-7). Ölçeğin geçerlik ve güvenilirliğine ait sonuçlar, bireylerin biyobenzetim temelli inovasyon sistemi oyununa yönelik tutumlarını belirlemek için kullanılabilir bir ölçek olduğunu göstermektedir.

5.4. Bulgular

5.4.1. Özyeterlik ölçeği

Özyeterlik öntest ve son test sonuçları kolmogrov smirnov testine tabi tutulmuş olup normal dağılım göstermediği görülmüştür ($p < .05$).

Test sonuçları Normal dağılım göstermediği için ön test ve son test sonuçları için non parametrik testler yapılması gerekmektedir. Non parametrik testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 5.3. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyununun Başarı Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest- Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	51 ^a	45,40	2315,50	-,720 ^b	.05
Pozitif Sıra	49 ^b	20.98	2734,50		
Eşit	0 ^c				
Toplam	100				

a. son_toplam < ontest_toplam

b. son_toplam > ontest_toplam

c. son_toplam = ontest_toplam

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyunun da öğrencilerin başarılarının anlamlı bir fark gösterip-göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli sıralar testi sonuçları Tablo 5.3'de verilmiştir. Analiz sonuçları, araştırmaya katılan deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($z = .720$, $p > .05$). Bu bulguya göre uygulanan oyunun oyuncuların öz yeterliklerini geliştirmede sonucuna ulaşılabilir. Ancak fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında son test puanı lehine olduğunu göstermektedir. Bu bulgulara göre, deney grubu öğrencilerine uygulanan oyunun öğrencilerin öz yeterliliklerini geliştirmede azda olsa bir etkisinin olduğu söylenebilir.

5.4.2. Tutum ölçeği

Tutum ölçeği ön test ve son test sonuçları kolmogrov smirnov testine tabi tutulmuş olup normal dağılım göstermediği görülmüştür ($p < .05$).

Test sonuçları Normal dağılım göstermediği için ön test ve son test sonuçları için non parametrik testler yapılması gerekmektedir. Non parametrik testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 5.4. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyununun Başarı Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest- Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	40 ^a	36,85	1474,00	-2,99 ^b	.05
Pozitif Sıra	55 ^b	56,11	3086,00		
Eşit	5 ^c				
Toplam	100				

a. $t_{son_ort} < t_{on_ort}$

b. $t_{son_ort} > t_{on_ort}$

c. $t_{son_ort} = t_{on_ort}$

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyunun da öğrencilerin başarılarının anlamlı bir fark gösterip-göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli sıralar testi sonuçları tablo 10'da verilmiştir. Analiz sonuçları, araştırmaya katılan deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=2.99$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, bulunan bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehine olduğunu göstermektedir. Bu bulgulara göre deney grubu öğrencilerine uygulanan oyunlaştırma ile Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyunun oynanması öğrencilerin tutumlarını geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

SONUÇ

Biyomimikri, doğadaki sistemleri inceleyerek insan sorunlarına çözümler üreten önemli bir yaklaşımdır. Milyonlarca yıllık evrim sürecinde doğa, zorlu çevresel koşullara uyum sağlamak için benzersiz fonksiyonel özellikler geliştirmiştir. Bu özellikler, insanoğlunun dikkatini çekmiş ve birçok kez taklit edilmeye çalışılmıştır. Bu taklit süreci, günümüz teknolojisinin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır.

Biyomimikri, ekonomik ve çevresel açıdan duyarlı bir çalışma alanı olarak öne çıkar. Doğadaki sistemler, yüksek etkinlik, az israf ve sürdürülebilir yapılarıyla örnek teşkil eder. Bu özellikler, insanlar tarafından tasarlanan sistemlere de uygulanabilir. Biyomimikri, enerji tasarrufu, atık azaltımı ve sürdürülebilirlik gibi konularda önemli potansiyele sahiptir.

Bu çalışmada, biyomimikri temelli inovasyon sistemi ve ciddi oyun uygulamasının geliştirilmesi üzerine odaklanmış ve bu alanda önemli bir adım atmaya amaçlamıştır. Geliştirilen oyun, doğadaki sistemlerin incelenmesi ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretme sürecini destekleyen bir ciddi oyundur. Biyomimikri temelli bir inovasyon oyunu geliştirilmiş ve bu oyunun bireyler üzerindeki etkileri araştırmacı tarafından geliştirilen öz yeterlilik ölçeği ve tutum ölçekleri ile incelenmiştir. Yapılan literatür taraması, biyomimikrinin doğadaki sistemlerden ilham alarak yeni teknolojiler ve ürünler geliştirme sürecini vurgulamıştır. Biyomimikri, yeni ve yaratıcı çözümler geliştirmenin, mevcut sorunları çözenin ve sürdürülebilir bir gelecek yaratmanın güçlü bir aracıdır.

Geliştirilen oyun, kullanıcıların doğadaki sistemleri keşfetmelerine ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretmelerine olanak tanıyan bir ciddi oyundur. Bu oyun, kullanıcılara doğadaki sistemleri keşfetme ve bu sistemlerden ilham alarak yaratıcı düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sunar.

Geliştirilen oyunun test edilmesi için öz yeterlilik ve tutum ölçekleri kullanılmıştır. İlk olarak oyunun biyomimikri konusundaki bilgi düzeyini ve tutumları olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Oyun, katılımcıların doğadaki sistemleri keşfetmelerine ve bu sistemlerden ilham alarak yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanımıştır. Bu, biyomimikri konseptinin anlaşılmasını

derinleştirmek ve kullanıcıların sürdürülebilir çözümler üretme yeteneklerini artırmak adına önemli bir adım olarak değerlendirilmelidir.

Oyun, bireylerin biyomimikri hakkındaki bilgilerini ve farkındalığını artırmıştır. Oyuncular, oyun sayesinde doğadaki sistemleri ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretme sürecini daha iyi anlama fırsatı bulmuştur. Bu durum, bireylerin biyomimikriye karşı olumlu bir tutum geliştirmesine yardımcı olmuştur.

Oyun, bireylerin biyomimikrinin faydalarını ve potansiyelini daha iyi anlamalarına yardımcı olmuştur. Oyuncular, oyun sayesinde biyomimikrinin, insan sorunlarını çözmek, çevreyi korumak ve sürdürülebilir bir gelecek yaratmak için kullanılabilir güçlü bir araç olduğunu fark etmiştir. Bu durum, bireylerin biyomimikriye karşı olumlu bir tutum geliştirmesine katkıda bulunmuştur.

Oyun, bireylerin biyomimikrinin önemini daha iyi anlamalarına yardımcı olmuştur. Oyuncular, oyun sayesinde biyomimikrinin, günümüz teknolojisinin gelişiminde önemli bir rol oynadığını fark etmiştir. Bu durum, bireylerin biyomimikriye karşı olumlu bir tutum geliştirmesine katkıda bulunmuştur.

Özellikle, deney grubuna uygulanan oyunlaştırma stratejisi, Biyobenzetim Temelli İnovasyon Sistemi ve Ciddi Oyunun bir araya gelerek öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu bulgular, biyomimikri alanında farkındalığın artırılması ve öğrencilerin bu konuda daha olumlu bir tutum geliştirmeleri için oyunlaştırma yöntemlerinin etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Öz yeterlik ölçekleri üzerinde elde edilen sonuçlar ise, oyunun öğrencilerin öz yeterlik düzeylerini belirgin bir şekilde artırmadığını göstermektedir. Ancak, son test puanlarındaki olumlu eğilim, oyunun uzun vadeli etkilerini değerlendirmek adına gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik umut verici bir gösterge olarak değerlendirilebilir. Belki de biyomimikri konseptinin öz yeterlik üzerindeki etkilerini ölçmek için daha uzun bir süre gerekmektedir.

Oyun, bireylerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmesine katkı sağlamıştır. Oyuncular, oyun sayesinde farklı bakış açıları geliştirmeye ve yeni fikirler üretmeye teşvik edilmiştir. Bu durum, bireylerin öz yeterliklerini geliştirmeye yardımcı olmuştur.

Oyun, bireylerin problem çözüme becerilerini geliştirmesine katkı sağlamıştır. Oyuncular, oyun sayesinde gerçekçi problemleri çözmek için yeni fikirler üretmeye teşvik edilmiştir. Bu durum, bireylerin öz yeterliklerini geliştirmeye yardımcı olmuştur.

Oyun, bireylerin risk alma becerilerini geliştirmesine katkı sağlamıştır. Oyuncular, oyun sayesinde yeni fikirler üretmekten ve bunları uygulamaktan korkmamaya teşvik edilmiştir. Bu durum, bireylerin öz yeterliklerini geliştirmeye yardımcı olmuştur.

Sonuç olarak, bu tez çalışması biyomimikri temelli inovasyon sistemi ve ciddi oyun uygulamasının birleştirilmesiyle ortaya çıkan olumlu etkileri vurgulamakta ve bu alandaki gelecekteki çalışmalara ışık tutmaktadır. Oyun, biyomimikrinin daha geniş bir kitleye yayılmasına ve sürdürülebilir çözümler konusundaki bilinci artırmaya katkı sağlayabilir. Oyun, bireylerin doğadaki sistemleri keşfetmesine ve bu sistemlerden ilham alarak yeni fikirler üretmesine olanak tanıyarak, biyomimikrinin daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bu bulguların, biyomimikriye dayalı inovasyon ve eğitim alanında ilerleyen araştırmalara ilham vermesi umulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abbaslı, U. ve Selçuk, S. A. (2016). Biomimetic design principles as an inspirational model: Case study on urban furniture. *International Journal of Architecture and Urban Studies*, 1(1), 41-52.
- Abdulvahitoğlu, A. (2012). *Yeni ürün tasarımında TRIZ ve AHP ile en uygun kararın verilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=062mAphmgqTqwP7-kUFwxg&no=39nOu3SBMzg_DooXw-EHoQ.
- Acar, A. Z. ve Acar, P. (2012). The effects of organizational culture and innovativeness on business performance in healthcare industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 58, 683-692.
- Adıgüzel, B. (2012). *İnovasyon ve inovasyon yönetimi: Steve Jobs örneği*. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Afşar, B., Erkek, S. ve Erkek, A. (2005). 2005-2015 yılları arasında Türkiye’de uygulanan Ar-Ge ve inovasyon politikalarının KOBİ’ler üzerindeki etkisi: konya tarım alet ve makineleri imalat sektörü örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 21(1), 1-17.
- Akat, B. (2007). *Ve birden mucit ortaya çıkıverdi*. Akademi Artı Yayıncılık A.Ş.
- Akgöze, F. (2015, Ağustos 28). *Biyomimikri: Doğanın tasarımı*. Medium.
<https://medium.com/sherpa-blog-bulten/biyomimikri-do%C4%9Fan%C4%B1n-tasar%C4%B1m%C4%B1-18e89673b445>
- Akgün, M. ve Kıvraklar, M. K. (2021). Muhasebe Eğitiminde sistem düşüncesi ve sistem dinamiği yaklaşımının kullanımı: finansal muhasebe dersleri için bir model önerisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 91, 17-34.
- Aksay, K. ve Orhan, F. (2013). Hastanelerde inovasyon sürecinin risk yönetimi bağlamında değerlendirilmesi: Bir model önerisi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(3), 10-23.
- Alberti, M., Marzluff, J. M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. and Zumbrunnen, C. (2003). Integrating humans into ecology: Opportunities and Challenges for studying urban ecosystems. *BioScience*, 53(12), 1169-1179.

- Albino, V., Balice, A., and Dangelico, R. M. (2009). Environmental strategies and green product development: An overview on sustainability-driven companies. *Business Strategy and the Environment*, 18(2), 83-96. <https://doi.org/10.1002/bse.638>.
- Altshuller, G. (1974). *Ve birden mucit ortaya çıkıverdi* (çev. B. Akat). Ankara: Elma Yayınevi.
- Altshuller, G. (2002). *40 principles: TRIZ keys to technical innovation* (C. 1). Technical Innovation Center, Inc.
- Altun, Ş. (2019). *Doğanın inovasyonu yenilik için doğadan ilham al*. Elma Yayınevi.
- Arı, F. (2020). Yerel kalkınma ve inovasyon. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(20), Article 20.
- Arıkan, R. (2013). *Araştırma yöntem ve teknikleri*. Nobel Yayınları.
- Arslan, K. (2008). Küresel rekabet baskısı altında tekstil ve hazır giyim sektörünün dönüşüm stratejileri ve yeni yol haritası. *MÜSİAD Araştırma Raporları*. MÜSİAD.
- Artto, K., Martinsuo, M., Dietrich, P., and Kujala, J. (2008). Project strategy: Strategy types and their contents in innovation projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 1(1), 49-70.
- Aslantaş, T. (2021). İnovasyon kapasitesini değerlendirmeye yönelik bir uygulama. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, 339-360.
- A.T. Kaçış Odası. (2018, Mayıs 5). *Atilla Türk Anı Kütüphanesi*. <https://atillaturkanikutuphanesi.wordpress.com/a-t-kacis-odasi/>
- Atıcı, T., Atıcı, E., and Şahin, N. (2010). Geçmişten günümüze cerrahi dikiş ipliklerinin tarihsel gelişimi. *Turkish Journal of Surgery/Ulusal Cerrahi Dergisi*, 26(4).
- Ayaz, S. (2015). *Açık inovasyon partnerleri, süreci ve tamamlayıcı öğeleri: Açık inovasyon alanında bireysel tüketicinin yeri / Open innovation partners, process and complementary elements: Position of individual consumers in open innovation field* (Yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.

- Aydın, S. (2017). *İletişim yaklaşımıyla sürdürülebilirlik kavramı, yeşil kavramı ve yerel-küresel yansımaları ile ilgili bir inceleme örneği* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Aygen, S. (2006). *İşletmelerde yenilik yönetimi sürecinde örgüt yapılarında ve hizmet tasarımlarında yaşanan dönüşümler: Antalya ili beş yıldızlı konaklama işletmelerinde ampirik bir araştırma ve hizmet tasarımı önerisi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Aygören, H., Şenyürek, D., Erçil, A. ve Kara, S. (2009). İnovasyon yönetimi. *İstanbul: İstanbul Sanayi Odası*.
- Bahadır, M. Ç. (2020). *Konteyner kapasite ve taşıma planlama politikalarının sistem dinamiği yaklaşımı ile modellenmesi* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bai, Z., Mu, L., and Lin, H.-C. (2020). Green product design based on the BioTRIZ multi-contradiction resolution method. *Sustainability*, 12(10), 4276.
- Balçı, A. (2001). *Sosyal bilimlerde araştırma, yöntem, teknik ve ilkeler*. Pegem A Yayıncılık.
- Baregheh, A., Rowley, J., Sambrook, S., and Davies, D. (2012). Innovation in food sector SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 19(2), 300-321.
- Barker, A. (2001). *Yenilikçiliğin simyası* (çev. A. Kardam). İstanbul: MESS Yayınları.
- Barutçugil, İ. (1981). *Teknolojik yenilik ve araştırma-geliştirme yönetimi*. Bursa Üniversitesi İktisadi ve Sosyal Bilimler Fakültesi.
- Beklen, Z. P. (2013). *Triz metodolojisi kullanarak yenilikçi ürün geliştirme* (Doktora tezi). İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Benyus, J. M. (2002). Biomimicry 3.8,“. In *Biomimicry Primer*”, resource handbook, *Biomimicry.net| AskNature.org*, 2.
- Bhamra, T., and Lofthouse, V. (2016). *Design for sustainability: A practical approach*. Routledge.
- Biomimikri GoFISH <https://biomimicry.net/product/gofish/>(Erişim Tarihi: 11.09.2023)
- Biyomimikri kartları <https://circulab.academy/circular-economy-tools/biomimicards/> (Erişim Tarihi:11.09.2023)

- Bilmen, M. (2019). *Mimarlıkta biyomimikri kavramı Antoni Gaudi ve Michael Pawlyn eserlerinin incelenmesi 21.yy'a yansımaları* (Yüksek Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Biyobenzetim Kart Oyunları*. (t.y.).
- Blok, V., and Gremmen, B. (2016). Ecological innovation: Biomimicry as a new way of thinking and acting ecologically. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 29, 203-217.
- Bozbuğa, F., Eren, O. ve Börklü, H. R. (2019). *Bisiklet arka şok emici braketinin geometrik optimizasyonu ve eklemeli imalat için tasarımı*.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*.
- Byrne, B. M. (2013). *Structural equation modeling with Mplus: Basic concepts, applications, and programming*. Routledge.
- Can, A. (2018). SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi. *Pegem Atıf İndeksi*, 001-429.
- Can, P. (2012). *Pazarlama süreçlerinin inovasyon stratejilerine etkisi üzerine bir araştırma* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Chen, J. L., and Yang, Y.-C. (2011). Eco-innovation by integrating biomimetic with TRIZ ideality and evolution rules. In *Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing* (ss. 101-106). Springer.
- Chiu, W.-T., and Chiou, S.-C. (2009). Discussion on theories of bionic design. *International Association of Societies of Design Research, Seoul, Korea*.
- Chow, J.C.C., Snowden, L.R. ve McConnell, W. (2001). A confirmatory factor analysis of the BASIS-32 in racial and ethnic samples. *The Journal of Behavioral Health Services and Research*. 28 (4), 400, 411
- Cıgızoğlu, M. (2011). *Biyomimetik tepkisel yüzey örtüsü tasarımı için bir model önerisi: Hexa-Myosis* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Clark, K., and James, K. (1999). Justice and positive and negative creativity. *Creativity Research Journal*, 12(4), 311-320.

- Coşkun, S., Mesci, M. ve Kılınç, İ. (2013). Stratejik rekabet üstünlüğü sağlama aracı olarak inovasyon stratejileri: Kocaeli otel işletmeleri üzerine bir araştırma. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Cumming, B. S. (1998). Innovation overview and future challenges. *European Journal of Innovation Management*, 1(1), 21-29.
- Cunha, R. E. da. (2015). *Verificação da adequabilidade do método BioTRIZ na aplicação da biomimética no ensino de projeto de arquitetura*.
- Çırak, B. ve Yörük, A. (2016). Mekatronik biliminin öncüsü İsmail El-Cezeri. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 175-194.
- Ciddi Oyun Kataloğu. (2018). *Anayurt Güvenliği*. <http://www.anayurtguvenligi.com/yayinlarimiz/eyp-ciddi-oyunu-gelistirme-metodolojisi/>
- Çilsan, O. O. (2005). *Yenilikçi-yaratıcı sorun çözme yaklaşımının (Triz) imalat için tasarım (Dfm) alanına uygulanması* (Doktora tezi) Bursa Uludag University Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (C. 2). Ankara: Pegem Akademi.
- Das, P., Verburg, R., Verbraeck, A., and Bonebakker, L. (2017). Barriers to innovation within large financial services firms: An in-depth study into disruptive and radical innovation projects at a bank. *European Journal of Innovation Management*, 21(1), 96-112.
- De Vaus, D., and de Vaus, D. (2013). *Surveys in social research*. Routledge.
- Demirci, E., Uz Kurt, C., Işık, N., Aluftekin, N., Göktepe, H. ve Akdeve, E. (2014). *Yenilik yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (9-15). <https://www.researchgate.net/publication/230854710>
- Dicks, H. (2019). Being like Gaia: Biomimicry and ecological ethics. *Environmental Values*, 28(5), 601-620.

- Dinler Sakaryalı, A. M. (2014). İnovasyon ve risk sermayesi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*.
- Domb, E., Miller, J., MacGran, E., and Slocum, M. (1998). The 39 features of Altshuller's contradiction matrix. *The TRIZ Journal*, 11(11), 10-12.
- Drucker, P. F. (2002). The discipline of innovation. *Harvard Business Review*, 80(8), 5-11.
- Duman, M. (2021). *Tasarım sürecinde biyomimikri yaklaşımının araştırılması: fordex doküman inceleme cihazı* (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Durna, U. (2002). *Yenilik yönetimi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- El ahmar, s. a. s. (2011). *Biomimicry as a tool for sustainable architectural design* (Unpublished Master of Science Thesis). Alexandria University, Alexandria.
- Elçi, Ş. (2007). İnovasyon: Kalkınma ve rekabetin anahtarı. *Technopolis Group, Ankara*, 2-87.
- Elçi, Ş. ve Karataylı, İ. (2008). İnovasyon rehberi: Kârlılık ve rekabetin elkitabı. *Technopolis Group Türkiye*.
- Erkut, H. (1983). *Sistem dinamiğinin temelleri*. İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi.
- Ersan, A. (2013). *İnsan kaynaklarının inovasyon stratejilerinin verimliliğindeki rolü* (Yüksek lisans tezi). DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Eryurt, E. (2005). *Metalurjik ürün geliştirmede Kfg ve Triz metodolojilerinin uygulanması* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- European Commission Green Paper on Innovation*. (1995). http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com95_688_en.pdf
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. sage.
- Filiz, B. (2017). *Sağlık alanında inovasyon ve girişimcilik: Sağlık sektöründe inovasyon ve girişimcilik örneği: Merkezi hastane yapıştırıcı sistemi örneği* Yüksek lisans tezi. Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Fischer, M. M. (1999). The innovation process and network activities of manufacturing firms. In *Innovation, networks and localities* (11-27). Springer.
- Fischer, M. M. (2001). Innovation, knowledge creation and systems of innovation. *The annals of regional science*, 35(2), 199-216.

- Forrester, J. W. (1969). *Urban dynamics* (Vol. 114). MIT press Cambridge.
- Forrester, J. W. (1995). *Road Map 1: Counterintuitive behaviour of social systems*. MIT System Dynamics in Education Project.
- Forrester, J. W. (1997). Industrial dynamics. *Journal of the Operational Research Society*, 48(10), 1037-1041.
- Francetti, L., Del Fabbro, M., Basso, M., Testori, T., and Weinstein, R. (2004). Enamel matrix proteins in the treatment of intra-bony defects: A prospective 24-month clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*, 31(1), 52-59.
- Garrod, R. P., Harris, L. G., Schofield, W. C. E., McGettrick, J., Ward, L. J., Teare, D. O. H., and Badyal, J. P. S. (2007). Mimicking a stenocara beetle's back for microcondensation using plasmachemical patterned superhydrophobic-superhydrophilic surfaces. *Langmuir*, 23(2), 689-693.
- Glier, M. W., McAdams, D. A., and Linsey, J. S. (2011). Concepts in biomimetic design: methods and tools to incorporate into a biomimetic design course. *IDETC-CIE2011*, 655-660. <https://doi.org/10.1115/DETC2011-48571>
- Gök, K. ve Gök, A. (2020). İnsan Femur modeli üzerinde flambaj etkisinin sonlu elemanlar metodu kullanılarak biyomekanik olarak incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22(64), Article 64. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2020226403>.
- Gökçe, M. (2008). *Tedarik zincir yönetiminin sistem dinamiği ve ajan bazlı yaklaşımla modellenerek karşılaştırılması* (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Gökçek, O. (2007). *Yenilik yönetimi süreci ve yenilik stratejileri: Otomotiv sektöründe bir alan çalışması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Göksel, A. G. ve Yıldız, L. (2021). Üniversite öğrencilerinin bilimsel araştırmaya yönelik tutumları: Spor bilimleri fakültesi örneği. *Eurasian Research in Sport Science*, 6(1), Article 1.
- Güler, E. (2015). Mobil sağlık hizmetlerinde oyunlaştırma. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 82-101.
- Güleş, H. K. ve Bülbül, H. (2004). *Yenilikçilik işletmeler için stratejik rekabet aracı*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Gümüőođlu, L. (2009, Ekim). İnovasyon ve liderlik. *Savunma Sanayi Müsteőarlıđı Dergisi*. <https://docplayer.biz.tr/4067945-Inovasyon-ve-liderlik.html>.
- Hargroves, K., and Smith, M. (2006). Innovation inspired by nature: Biomimicry. *ECOS*, 129, 27-29. <https://doi.org/10.1071/EC129p27>
- Hooked on Innovation*. (2019). <https://www.wipo.int/ipadvantage/en/details.jsp?id=2658>.
- Hoşyılmaz, U. (2019). *Sigarayı bırakma davranışı üzerine bir sistem dinamiği yaklaşımı ve Türkiyede uygulaması* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ilevbare, I. M., Probert, D., and Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, 33(2-3), 30-37.
- INTI- Uluslararası Yeni Şehir Enstitüsü*. (2021). <http://www.newtowninstitute.org/newtowndata/newtown.php?newtownId=1665>
- Işık, C. ve Keskin, G. (2013). Bilgi ekonomilerinde rekabet üstünlüğü oluşturulması açısından inovasyonun önemi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(1), 41-57.
- İleritürk, İ. (2016). *Mimarlık Eğitiminde Doğa ile İlişki Bağlamında Biyomimikri* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İraz, R. (2005). *Yaratıcılık ve yenilik bağlamında girişimcilik ve KOBİ'ler*. Çizgi Kitabevi.
- Jamsari, E. A., Nawi, M. A. M., Sulaiman, A., Sidik, R., Zaidi, Z., and Ashari, M. (2013). Ibn Firnas and his contribution to the aviation technology of the world. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 7(1), 74-78.
- Karabetđa, A. R. (2021). Ormanlar gibi sürdürülebilir ve dirençli őehirler tasarlanabilir mi? *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 11(2), 334-346.
- Karabetđa, A. R. ve Mimar, M. A. (2015). *Doğadan Esinlenmiő Tasarımlar: Tasarım Stratejisi Olarak Biyomimikri*.

- Karaman, H. (2019). *Stratejik inovasyon yönelimi, inovasyon yetenekleri ve inovasyon performansı ilişkisi* (Yüksek lisans tezi). Altınbaş Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karaöz, M. ve Albeni, M. (2003). Ekonomik kalkınma ve modern yenilik teorisi- Economic development and modern innovation theory. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 8(3), 27-48.
- Karlsson, R., and Luttrupp, C. (2006). EcoDesign: What's happening? An overview of the subject area of ecodesign and of the papers in this special issue. *Journal of Cleaner Production*, 14(15-16), 1291-1298. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.010>.
- Karnopp, D. C., Margolis, D. L., and Rosenberg, R. C. (1990). *System dynamics: Modeling, simulation, and control of mechatronic systems* (Second Edition). John Wiley & Sons.
- Kartal, Z. ve Hasgül, S. (2009). *Bir işletmede yaratıcı problem çözme teorisi TRIZ kullanılarak üretim sisteminin iyileştirilmesi*. <https://avesis.ogu.edu.tr/yayin/3d18277f-0dff-4fd1-8fef-fea58ce9409e/bir-isletmede-yaratıcı-problem-cozme-teorisi-triz-kullanılarak-uretim-sisteminin-iyileştirilmesi>.
- Kavrakoğlu, İ. (2006a). *Yönetimde devrimin rehberi, inovasyon*. Alteo Yayıncılık.
- Kaykayoğlu, C. R. (2018). *Temel TRIZ Eğitimi*. <https://www.kaykayoglu.com/Sayfa/triz/2>
- Kaynak, R. ve Maden, M. O. (2012). Inovasyonda sınırların genişlemesi: Açık inovasyon. *International Journal of Economic & Social Research*, 8(1).
- Keçeci, T. (2015). *Gemi kazası probleminin incelenmesi için kök sebep analizi yaklaşımı önerisi* [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kelley, T. M., and Johnston, E. (2012). Discovering the appropriate role of serious games in the design of open governance platforms. *Public Administration Quarterly*, 504-554.
- Kennedy, E. B., and Marting, T. A. (2016). Biomimicry: Streamlining the front end of innovation for environmentally sustainable products: Biomimicry can be a

- powerful design tool to support sustainability-driven product development in the front end of innovation. *Research-Technology Management*, 59(4), 40-48.
- Kenny, J., Desha, C., Kumar, A., and Hargroves, C. (2012). Using biomimicry to inform urban infrastructure design that addresses 21st century needs. *1st International Conference on Urban Sustainability and Resilience: Conference Proceedings*, 1-13.
- Keskin, R. (2019). *Doğadan esinlenen mekansal tasarımlarda analojinin kullanımı: biyomimikri* (Yüksek lisans tezi). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Kıllıoğlu, S. Y. (2019). *Madencilik Endüstrisi için Sanal Gerçeklik Tabanlı Ciddi Oyun Geliştirilmesi*.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
- Korkutata, Y. ve Toprak, Z. F. (2013). El-Cezerî ile ilgili yapılan çalışmaların değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 37-49.
- Kruiper, R., Vincent, J. F., Abraham, E., Soar, R. C., Konstas, I., Chen-Burger, J., and Desmulliez, M. P. (2018). Towards a design process for computer-aided biomimetics. *Biomimetics*, 3(3), 14.
- Laamarti, F., Eid, M., and El Saddik, A. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014, 11-11.
- Lai, W.-H. (2011). Willingness-to-engage in technology transfer in industry–university collaborations. *Journal of Business Research*, 64(11), 1218-1223.
- Langvik, T. Å., Johansen, F. R., Callisen, F., Normann, S., and Thoresen, J. (2005). Innovation and regional development. *AI & Society*, 19(4), 384-406.
- Linton, J. D., and Walsh, S. T. (2004). Integrating innovation and learning curve theory: An enabler for moving nanotechnologies and other emerging process technologies into production. *R&D Management*, 34(5), 517-526.
- Maglic, M. J. (2012). *Biomimicry: Using nature as a model for design*.
- Manion, M. T., and Cherion, J. (2009). Impact of strategic type on success measures for product development projects. *Journal of Product Innovation Management*, 26(1), 71-85.

- Mann, D., and Domb, E. (1999). 40 inventive (business) principles with examples. *The TRIZ Journal*, 9, 67-83.
- Mann, D. L., and Dewulf, S. (2003). Updating TRIZ: 1985-2002 patent research findings. *TRIZCON2003, Philadelphia, March*.
- Mathews, F. (2011). Towards a deeper philosophy of biomimicry. *Organization & Environment*, 24(4), 364-387.
- Mathews, F. (2019). Biomimicry and the problem of Praxis. *Environmental Values*, 28(5), 573-599.
- McGregor, S. L. (2013). Transdisciplinarity and biomimicry. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 4.
- Mirze, S. K., and Ülgen, H. (2007). *İşletmelerde stratejik yönetim* (2. Baskı). Literatür Yayınları.
- Montgomery, W., Potiszil, C., Watson, J. S., and Sephton, M. A. (2016). Sporopollenin, a natural copolymer, is robust under high hydrostatic pressure. *Macromolecular Chemistry and Physics*, 217(22), 2494-2500.
- Mourdoukoutas, P. (1998). Do Japanese companies have a competitive strategy? *European Business Review*, 98(4), 227-234.
- Nakagawa, T. (1998). TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving Understanding and Introducing It. *Bulletin of Cultural and Natural Sciences in Osaka Gakuin University*, 37, 1-12.
- Nguyen, T. (2016). Serious games foundations, concepts and practice, Vol. 13, No. 6. *Cham: Springer International Publishing*.
- OECD, Statistical Office of the European Communities, & TUBITAK. (2006). *Dünyada*. TUBITAK.
- Oğuz, S. (2019). *Sistem dinamiği yaklaşımı ile havayolu taşımacılığına olan talebin öngörülerek kapasite planlanması ve İstanbul üzerine bir uygulama* (Yüksek lisans tezi). Milli Savunma Üniversitesi Hezarfen Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Oğuztürk, B. S. (2003). Yenilik kavramı ve teorik temelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2).

- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Oliveira, M. A.-Y., and Ferreira, J. J. P. (2011). Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers. *African Journal of Business Management*, 5(7), 22-30.
- Örücü, E., Kılıç, R. ve Savaş, A. (2011). *KOBİ'lerde inovasyon stratejileri ve inovasyon yapmayı etkileyen faktörler: Bir uygulama*.
- Özdemir, M. N. ve Deliormanlı, S. (2013). Türkiye'de açık inovasyon ekosisteminin oluşmasının önündeki engeller ve çözüm önerileri. *TÜSGAD Yayınları*.
- Özen, G. (2016). *Doğa referanslı tasarım: Biyomimikri* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özgün, M. (2009). Bir rekabet stratejisi olarak yenilik. *Çerçeve Dergisi*, 52, 152.
- Özgür, N. (2020). *Biyomimetikğin Sanat ve Tasarım Objeleri Üzerinden İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Özözer, Y. Ö. ve Rakıcı, A. G. (2020). *Doğa ve inovasyon yaratıcı problem çözme yöntemleri* (Birinci Baskı). Kitapyurdu Doğrudan Yayıncılık.
- Pitta, D. (2008). Providing the tools to build brand share of heart: Gydget. Com. *Journal of Product & Brand Management*, 17(4), 280-284.
- Rahman, H., and Ramos, I. (2010). Open Innovation in SMEs: From closed boundaries to networked paradigm. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 7(4), 471-487.
- Resilient Wave Energy Technology Inspired by Underwater Flora—Innovation—AskNature*. (2021). <https://asknature.org/innovation/resilient-wave-energy-technology-inspired-by-underwater-flora/>
- Rubera, G., Griffith, D. A., and Yalcinkaya, G. (2012). Technological and design innovation effects in regional new product rollouts: AE Uropean Illustration. *Journal of Product Innovation Management*, 29(6), 1047-1060.
- Ruth, M. ve Hannon, B. (2012). Monopoly scarcity. In *Modeling dynamic economic systems* (ss. 209-215). Springer.
- Saguy, S., and Taoukis, P. S. (2017). From open innovation to enginomics: Paradigm shifts. *Trends in Food Science & Technology*, 60, 64-70.

- Sandberg, B. (2002). Creating the market for disruptive innovation: Market proactiveness at the launch stage. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 11(2), 184-196.
- Schmidt, J. B., Sarangee, K. R., and Montoya, M. M. (2009). Exploring new product development project review practices. *Journal of Product Innovation Management*, 26(5), 520-535.
- Schumacker, and Lomax. (2010). *A Beginners Guide to Structural Equation Modeling*.
- Sevencan, H. (2020). Tekstil ve giysi tasarımında biyomimetik uygulamaları. *Uluslararası Disiplinlerarası ve Kültürlerarası Sanat*, 5(10).
- Seyyitoğlu, M. (2020). *Yüksek frekans indüksiyon kaynaklı çelik borularda meydana gelen çatlaklara triz yaklaşımı* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sezen, H. K. (2007). *Yöneylem araştırması*. Ekin Yayınevi.
- Sezen, H. K. (2009). *Yöneylem araştırmasında benzetim*. Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Solheim, M. C. W. (2017). *Innovation, space, and diversity*.
- Spaho, K. (2011). *Biomimicry: Architecture that imitates nature's functions, forms and parts*.
- Sterman, J. D. (1991). A skeptic's guide to computer models. *Managing a nation: The microcomputer software catalog*, 2, 209-229.
- Şenaras, A. E. (2016b). *Döviz kuru davranışının sistem dinamiği yaklaşımıyla incelenmesi* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Şenaras, A. E. (2017). Su kaynakları yönetimi için bir öneri: Sistem dinamiği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 668-692.
- Şenaras, A. E. ve Sezen, H. K. (2017). Sistem düşüncesi. *Journal of Life Economics*, 4(1), 39-58.
- Şener, S. D. (2006). *Triz: Yaratıcı problem çözme teorisi ve diğer problem çözme yöntemleriyle karşılaştırma* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şenol, O. (2011). *Sistem düşüncesi yaklaşımıyla kurumsal sosyal sorumluluk kapsamındaki paydaşların incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Şenol, O. (2013). *Sistem düşüncesi yaklaşımıyla kurumsal sosyal sorumluluk kapsamındaki paydaşların incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tarhan, S. (2019). *Doğanın İnovasyonu; biyomimikri ve bu bağlamda konya tropikal kelebek bahçesi örneği* (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Taşkın, H. ve Adalı, M. R. (2003). *Teknolojik zeka ve rekabet stratejileri*. Değişim Yayınları.
- Tecim, V. (2004). Sistem Yaklaşımı ve soft sistem düşüncesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 75-100.
- Tekin, Ç. ve Kurugöl, S. (2011, 05). Üç canlı ile çevre dostu üç bina. *Engineering Sciences*, 6(4). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaeng/issue/19856/212677>.
- Tekin, Z. (2016). *Bilgi ve inovasyon yönetim süreci boyutlarının inovasyon yeteneği ve yeni ürün başarısına etkisi* (Doktora tezi). Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Temperature Regulating House Building System Inspired by Earth—Innovation—AskNature*. (2021, Aralık 9). <https://asknature.org/innovation/temperature-regulating-house-building-system-inspired-by-earth/>.
- Terrier, P., Glaus, M., and Raufflet, E. (2017). Biomimétisme: Outils pour une démarche écoinnovante en ingénierie. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.17914>.
- The Biomimicry Process. (2023). *Biomimicry toolbox*. <https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>.
- Torun, B. (2016). *İnovasyon algısı, inovasyon sürecindeki liderlik tarzları ve işletmenin inovasyon performansı arasındaki ilişkiler: Düzcedeki KOBİler üzerinde bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce.
- Trott, P. (2002). *Innovation management and new product development* (2. bs). Pearson Education.
- Tuominen, M., Piippo, P., Ichimura, T., and Matsumoto, Y. (1999). An analysis of innovation management systems' characteristics. *International Journal of Production Economics*, 60, 135-143.

- Turhan, E., Kartum, G. ve Özdemir, Y. (2018). Sürdürülebilir üretim ve işletme uygulamaları. *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 1(1).
- Uzkurt, C. (2008). Yenilik yönetimi ve yenilikçi örgüt kültürü. İstanbul: *Beta Yayınevi*,
- Uzkurt, C. (2010). İnovasyon yönetimi: İnovasyon nedir, nasıl yapılır ve nasıl pazarlanır. *Ankara Sanayi Odası Yayın Organı*, 39, 37-51.
- Van de Vrande, V., De Jong, J. P., Vanhaverbeke, W., and De Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6-7), 423-437.
- Velcro Oyun Yarışı: <https://asknature.org/resource/velcro-race-game/>(erişim tarihi:23.11.2023)
- Vierra, S. (2016). *Biomimicry: Designing to Model Nature | WBDG - Whole Building Design Guide*. <https://www.wbdg.org/resources/biomimicry-designing-model-nature>.
- Vila, N., and Kuster, I. (2007). The importance of innovation in international textile firms. *European Journal of Marketing*, 41(1/2), 17-36.
- Vincent, J. (2009). Biomimetic patterns in architectural design. *Architectural Design*, 79(6), 74-81.
- Vincent, J. F., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., and Pahl, A.-K. (2006). Biomimetics: Its practice and theory. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471-482.
- Volstad, N. L., and Boks, C. (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*, 20(3), 189-199.
- Wallin, M. W., and Von Krogh, G. (2010). Organizing for open innovation: Focus on the integration of knowledge. *Organizational Dynamics*, 39(2), 145-154.
- Wohlleben, P. (2018). *Ağaçların Gizli Yasamı*. (5. Baskı). (çev. A. S. Çulhaoğlu). İstanbul: Kitap Kurdu Yayınları.
- World Without Oil | ITVS. (2007). <https://itvs.org/about/pressroom/press-release/world-without-oil--2>.
- Yamaguchi, K. (2020). Money and macroeconomic dynamics—accounting system dynamics approach. *Awaji Island, Japan: Japan Future Research Center*. . <http://www.muratopia.org/Yamaguchi/macrodynamics/Macro%20Dynamics.pdf>.

- Yang, K., and Zhang, H. (2000). A comparison of TRIZ and axiomatic design. *Triz Journal*, 8.
- Yavuz, A., Albeni, M. ve Kaya, A. G. D. G. (2009). Ulusal inovasyon politikaları ve kamu harcamaları: çeşitli ülkeler üzerine bir karşılaştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 65-90.
- Yavuz, Ç. (2010). İşletmelerde inovasyon-performans ilişkisinin incelenmesine dönük bir çalışma. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin yayıncılık.
- Yıldız, A. E. (2016). *Kol seviyesindeki birliklere yönelik intikallerde el yapımı patlayıcılar ile mücadele kapsamında sistem mühendisliği yaklaşımıyla ciddi oyun geliştirilmesi: İhtiyaç ve gereksinim analizi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). TC Kara Harp Okulu, Ankara.
- Yu, Z., Zhang, H., Huang, J., Li, S., Zhang, S., Cheng, Y., Mao, J., Dong, X., Gao, S., Wang, S., Chen, Z., Jiang, Y., and Lai, Y. (2021). Namib desert beetle inspired special patterned fabric with programmable and gradient wettability for efficient fog harvesting. *Journal of Materials Science & Technology*, 61, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2020.05.054>.
- Zari, M. P. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. *The SB07 NZ Sustainable Building Conference*, 1-10.
- Zari, M. P., and Storey, J. B. (2007). An ecosystem based biomimetic theory for a regenerative built environment. *Sustainable Building Conference*, 7.
- Zhang, L., Peng, H., Liu, Z., Bao, H., and Bian, B. (2013). Knowledge reuse in green product concept design process. *Jixie Gongcheng Xuebao (Chinese Journal of Mechanical Engineering)*, 49(7), 72-79.
- Zhou, K. Z., Gao, G. Y., Yang, Z., and Zhou, N. (2005). Developing strategic orientation in China: Antecedents and consequences of market and innovation orientations. *Journal of Business Research*, 58(8), 1049-1058.

EKLER

Tutum Ölçeği Maddeleri

1. Hiç katılmıyorum
2. Katılmıyorum
3. Kararsızım
4. Katılıyorum
5. Tamamen katılıyorum

- 1- İnovasyon alanında kendimi geliştirmek için biyomimikri, biotriz ve triz konularında oyunlaştırılmış eğitim almak hoşuma gider.
- 2- İnovasyon (biomimkri,biotriz,triz vb.) oyunlarıyla ilgili eğitim almak hoşuma gider.
- 3- Problemleri daha iyi tanımlayabilmek için inovasyon (biomimkri,biotriz,triz vb.) oyunları hakkında eğitim almak isterim.
- 4- Bu tür oyunlarla iş birlikçi öğrenme ve ekip çalışması yeteneklerinin geliştirilmesi hoşuma gider.
- 5- İnovasyon (biomimkri,biotriz,triz vb.) oyunlarının resmi kurum ve kuruluşlar tarafından desteklenmesi gerektiğini düşünüyorum.
- 6- İnovasyon süreçlerinde başarı elde edebilmek için inovasyon (biomimkri,biotriz,triz vb.) oyunlarının oynatılması gerektiğini düşünüyorum.
- 7- Patent geliştirilme sürecinde başarılı olabilmek için inovasyon (biomimkri,biotriz,triz vb.) oyunlarının oynatılmasının faydalı olacağını düşünüyorum.
- 8- İnovasyon (biomimkri,biotriz,triz vb.) içerikli oyunların dikkat becerilerini geliştirdiği için kullanmak isterim.
- 9- İnovasyon (biomimikri, biotriz,triz vb.) oyunlarını iyi oynayan biri olmak beni mutlu eder.

- 10- İnovasyon (biomimikri, biotriz,triz vb.) oyunları oynamaktan keyif alırım.
- 11- İnovasyon (biomimikri, biotriz,triz vb.) oyunlarının anasınıfi, ilkokul, lise gibi tüm eğitim hayatı boyunca oynatılması gerektiğini düşünürüm.
- 12- İnovasyon (biomimikri, biotriz,triz vb.) oyunlarının öğretildiği videoları izlemek hoşuma gider.
- 13- İnovasyon (biomimikri, biotriz,triz vb.) oyunu oynayan bireylerin hayal gücünü geliştirdiğini düşünüyorum.
- 14- İnovasyon (biomimikri, biotriz,triz vb.) oyunlarını günlük hayatımdaki problemleri çözmek için kullanmayı isterim.

Öz Yeterlilik Ölçeği Maddeleri

1. Hiç yeterli değilim
2. Yeterli değilim
3. Biraz yeterliyim
4. Yeterliyim
5. Tamamen yeterliyim

- 1- Bu oyunu oynadığımda biyomimikri hakkında bilgiye sahip olurum.
- 2- Bu oyunu oynadığımda inovasyon süreçleri hakkında bilgiye sahip olurum.
- 3- Bu oyunu oynadığımda triz hakkında bilgiye sahip olurum.
- 4- Bu oyunu oynadığımda biotriz hakkında bilgiye sahip olurum.
- 5- Biyomimikri oyunu oynadığımda sürdürülebilir yaratıcı fikirler geliştirebilirim.
- 6- Triz oyunu oynadığımda problemleri çözebilmek için yaratıcı fikirler geliştirebilirim.
- 7- Biotriz oyunu oynadığımda problemleri inovatif bir şekilde çözebilmek için yaratıcı fikirler geliştirebilirim.
- 8- Çevremdeki insanlara biyomimikri felsefsini aktarabilirim.

- 9- Çevremdeki insanlara inovasyon adımlarını anlatabilirim.
- 10- Çevremdeki insanlara triz algoritmasını uygulatabilirim.
- 11- Toplumda ki var olan problemleri fark edip tanımlayabilirim.
- 12- Bu oyunu oynadığımda triz algoritması çelişkilerini çözebilirim.
- 13- Bu oyunu oynadığımda arkadaşlarıma biyomimikri oyunları hakkında bilgi verebilirim.
- 14- Bu oyunu oynadığımda kısa sürede inovatif ürünler geliştirebilirim.
- 15- Bu oyunu oynadığımda triz algoritmasını inovatif ürün geliştirme süreçlerinde kullanabilirim.