



**T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOMİMİKİRİ UYGULAMALARININ
ÖĞRENCİLERİN FEN, MÜHENDİSLİK VE
GİRİŞİMCİLİK BECERİLERİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVREYE YÖNELİK
TUTUMLARINA ETKİSİ**

Asiye YANIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

**Haziran-2025
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır**



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOMİMİKİRİ UYGULAMALARININ
ÖĞRENCİLERİN FEN, MÜHENDİSLİK VE
GİRİŞİMCİLİK BECERİLERİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVREYE YÖNELİK
TUTUMLARINA ETKİSİ

Asiye YANIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayten ARSLAN

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Ayşe ÇİFTÇİ

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Selcan SUNGUR ALHAN

Haziran-2025
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOMİMİKRI UYGULAMALARININ ÖĞRENCİLERİN FEN, MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK BECERİLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVREYE YÖNELİK TUTUMLARINA ETKİSİ

Asiye YANIK

Muş Alparslan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayten ARSLAN

Günümüz dünyasında disiplinler arası düşünme becerileri, yaratıcı problem çözme ve çevresel duyarlılık gibi 21. yüzyıl becerilerinin eğitim yoluyla kazandırılması önemlidir. Biyomimikri, bu becerileri destekleyen doğa temelli yenilikçi bir yaklaşım olarak eğitim sistemlerinde giderek daha fazla yer bulmaktadır. Araştırmanın amacı, biyomimikri temelli öğretim uygulamalarının ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkilerini incelemektir. 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Bitlis ilinde yer alan bir devlet okulunda yürütülen çalışma, 26 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı sıralı karma araştırma deseni seçilmiş; nicel bölümde tek grup ön test-son test yarı deneysel model, nitel bölümde ise fenomenolojik desen kullanılmıştır. Veri toplama araçları arasında “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği”, “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” ve yapılandırılmış öğrenci görüşme formları yer almaktadır. Sekiz hafta (32 ders saati) süren uygulama sürecinde biyomimikri temelli etkinlikler fen bilimleri dersi kapsamında uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre, biyomimikri uygulamaları öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerinde anlamlı gelişmeler sağlamış; sürdürülebilir çevreye yönelik olumlu tutumlarını artırmıştır. Öğrenciler, doğayı gözlemleyerek yenilikçi fikirler geliştirme, günlük yaşam problemlerine yaratıcı çözümler üretme ve çevreye duyarlı bireyler olma konusunda ilerleme göstermiştir. Biyomimikri temelli öğretim süreci, öğrencilerin akademik başarılarını ve çevresel farkındalıklarını artırmış; fen okuryazarlığı düzeylerini yükseltmiştir. Ayrıca mühendislik ve girişimcilik alanlarında yaratıcı ürünler geliştirme becerileri güçlenmiş; doğa temelli düşünme ve çevreye duyarlılık tutumları olumlu yönde değişmiştir. Öğrencilerin biyomimikriye karşı yüksek ilgi duyduğu ve bu uygulamaların bilimsel düşünme becerilerini desteklediği gözlenmiştir. Nitel veriler ise öğrencilerin düşünme, gözlem yapma, hayal kurma ve işbirliği becerilerinin geliştiğini göstermiştir. Bu kapsamda, biyomimikri eğitiminin öğretim programlarına entegrasyonu önerilmektedir.

2025, 99 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, fen eğitimi, girişimcilik, mühendislik becerileri, sürdürülebilir çevre

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

THE EFFECT OF BIOMIMICRY APPLICATIONS ON STUDENT'S SCIENCE, ENGINEERING AND ENTREPRENEURSHIP SKILLS AND ATTITUDES TOWARDS SUSTAINABLE ENVIRONMENT

Asiye YANIK

**Muş Alparslan University
Natural and Applied Science
Department of Science Education**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ayten ARSLAN

In today's world, it is essential to equip students with 21st-century skills such as interdisciplinary thinking, creative problem-solving, and environmental sensitivity through education. Biomimicry, as a nature-based and innovative approach that supports these skills, is increasingly being integrated into educational systems. The aim of this study is to investigate the effects of biomimicry-based instructional practices on 8th-grade middle school students' science, engineering, and entrepreneurship skills, as well as their attitudes toward a sustainable environment. The study was conducted with 26 students at a public school in the province of Bitlis during the 2024–2025 academic year. An explanatory sequential mixed-methods design was employed. In the quantitative phase, a single-group pretest-posttest quasi-experimental model was used, while the qualitative phase adopted a phenomenological design. Data collection tools included the "Science, Engineering, and Entrepreneurship Skills Assessment Scale," the "Sustainable Environment Attitude Scale," and structured student interview forms. During the eight-week (32 class hours) implementation period, biomimicry-based activities were integrated into the science curriculum. According to the research findings, biomimicry practices led to significant improvements in students' science, engineering, and entrepreneurship skills and positively influenced their attitudes toward a sustainable environment. Students showed progress in observing nature to develop innovative ideas, producing creative solutions to everyday problems, and becoming environmentally responsible individuals. The biomimicry-based instructional process enhanced students' academic achievement and environmental awareness, increasing their level of scientific literacy. Additionally, their ability to design creative products in engineering and entrepreneurship improved, and their nature-based thinking and environmental sensitivity developed positively. It was observed that students showed a high level of interest in biomimicry and that these practices supported their scientific thinking skills. Qualitative data also revealed improvements in students' thinking, observation, imagination, and collaboration skills. In this context, it is recommended that biomimicry education be integrated into instructional programs.

2025, 99 Pages

Keywords: Biomimicry, science education, entrepreneurship, engineering skills, sustainable environment

TEŐEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinden tamamlanmasına kadar geen süreçte heyecanımı paylaŐan, beni her zaman sabırla dinleyen, yol gösteren ve desteğini hibir zaman esirgemeyen değerli danıŐmanım Do. Dr. Ayten ARSLAN' a iten teŐekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

ÇalıŐmamın her aşamasında aktif rol alan uygulama sürecinde canla baŐla çalışan ve iŐimi kolaylaŐtıran okulumun 8/A sınıfı öğrencilerine, desteğini esirgemeyen sevgili aileme, çalıŐmamı bitirmemde en büyük moral kaynağı olan canım kardeŐim Aliye YANIK'a ve beni yetiŐtiren tüm öğretmenlerime sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Fikir danıŐtıęım, yardım istediğim yorulduğumda desteklerini hissettiğim ismini buraya tek tek yazamadığım tüm dostlarım iyi ki varsınız.

Asiye YANIK

MUŞ-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	3
1.3. Problem Cümlesi.....	4
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	5
1.6. Araştırmanın Tanımları.....	5
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Biyomimikri ve Tarihçesi.....	6
2.2. Biyomimikri Örnekleri	7
2.3. Biyomimikri İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	11
2.3.1 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar.....	11
2.3.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar.....	14
2.4. Biyomimikri'nin Fen Eğitimindeki Yeri.....	16
2.5. Mühendislik Becerisi ve Biyomimikri İlişkisi.....	17
2.6. Biyomimikri ve Girişimcilik.....	19
2.7. Sürdürülebilir Çevre ve Biyomimikri.....	21
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1. Araştırmanın Modeli.....	22
3.2. Çalışma Grubu	23
3.3. Veri Toplama Aracı.....	23
3.3.1. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği.....	24
3.3.2. Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği.....	24
3.3.3. Görüşme Soruları	24
3.4. Verilerin Toplanması.....	25
3.4.1. Uygulama Süreci.....	25
3.5. Verilerin Analizi.....	29
3.5.1. Nicel Verilerin Analizi.....	29

4. BULGULAR.....	32
4.1. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği ile İlgili Bulgular	32
4.1.1.Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği ile İlgili Bulgular	32
4.2. Nitel Analize Yönelik Bulgular	33
5. TARTIŞMA , SONUÇ ve ÖNERİLER.....	42
5.1 Birinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar	42
5.2 İkinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar.....	42
5.3 Üçüncü Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar.....	43
5.4 Dördüncü Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar.....	45
5.5 Beşinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar	46
5.6 Öneriler.....	48
KAYNAKLAR	49
EKLER	57
ÖZGEÇMİŞ.....	99

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

F	:	Frekans
N	:	Kişi Sayısı
P	:	Anlamlılık Değeri
SS	:	Standart Sapma
T	:	Değeri (t testi için)
X	:	Aritmetik Ortalama

Kısaltmalar

CYT	:	Canlılara Yönelik Tehditler
ÇKK	:	Çöp Kutusunu Kullanma
ÇKYD	:	Çevrenin Korunmasına Yönelik Destek
ÇSYE	:	Çevre Sorunlarına Yönelik Endişe
FBDÖB	:	Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı
FMGBDÖ	:	Fen, Mühendislik, Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği
MEB	:	Milli Eğitim Bakanlığı
SÇTÖ	:	Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği
STEAM	:	Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik
vb	:	ve benzeri
yy	:	Yüzyıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 Biyomimikri Örnekleri 1 (<i>Asknature, 2023a/b</i>).....	8
Şekil 2. 2 Biyomimikri Örnekleri 2 (<i>PlumeMag, 2022</i>).....	8
Şekil 2. 3 Biyomimikri Örnekleri 3 (<i>PlumeMag, 2022</i>).....	9
Şekil 2. 4 Biyomimikri Örnekleri 4 (<i>PlumeMag, 2022</i>).....	10
Şekil 2. 5 Biyomimikri Örnekleri 5 (<i>Yıldız, 2012</i>)	11



TABLolar DİZİNİ

Tablo 3. 1 Biyomimikri uygulama süreci	26
Tablo 3. 2 Ölçeklerin Normallik Testi ve Çarpıklık-Basıklık Değerleri	29
Tablo 4. 1 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerilerinin Ön test ve Son test Bağımlı gruplar T testi bulgular	32
Tablo 4. 2 Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeğinin Ön test ve Son test Bağımlı gruplar T testi bulgular	31
Tablo 4. 3 Biyomimikri kavramının tanımlanmasına ilişkin yorumlar.....	32
Tablo 4. 4 Biyomimikri uygulamalarının faydaları ile ilgili bulgular	33
Tablo 4. 5 Biyomimikri uygulamaları ve öğrenci üzerinde etkisi ile ilgili dağılımı.....	34
Tablo 4. 6 Biyomimikri ve Fen Bilgisi Kullanımına yönelik bulgular	35
Tablo 4. 7 Biyomimikri ve Yeni Fen Bilgisi Öğrenimine yönelik ile ilgili dağılımı.....	36
Tablo 4. 8 Biyomimikri ve Mühendislik Becerileri ile ilgili bulgular	36
Tablo 4. 9 Girişimcilik becerilerinin gelişmesine yönelik bulgular.....	37
Tablo 4. 10 Pazarlama yöntemleri ve ikna etmeye yönelik bulgular	38
Tablo 4. 11 Biyomimikri ve Çevresel etkiler ile ilgili bulgular	39
Tablo 4. 12 Biyomimikri Uygulamalarının Mühendislik ve Girişimcilik üzerindeki etkisine yönelik bulgular	39
Tablo 4. 13 Biyomimikri Uygulamalarının Sürdürülebilir Çevre ve Tutumuna Yönelik Bulgular	40

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Geçmişten günümüze teknoloji kullanımının artmasıyla birlikte insanlar gelişmelere uyum sağlama sürecinde daha fazla rol almıştır. İnsanların sahip olması gereken problem çözme, yaratıcı düşünme ve yenilikçi ürün geliştirme gibi beceriler uyum sağlama sürecini kolaylaştırmıştır. Bu becerilerin günlük hayatta kullanma amacıyla geliştirilmesi gerektiği saptanmıştır (Kavukçu, 2021). 21. yüzyılda bu beceriler bireylerin karşılaştıkları sorunları çözebilecek ve ihtiyaçları karşılayabilecek düzeyde olması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Ayrıca bu beceriler eğitimin niteliklerini etkilemektedir. Hızla değişen dünyada, ihtiyaçların da dönüşüme uğradığı düşünüldüğünde, birçok ülkede 21. yüzyılın gerektirdiği temel beceriler, geleneksel yöntemler yerine yenilikçi yaklaşımlarla desteklenerek kazandırılmaya çalışılmaktadır. Bu yenilikçi uygulamalar sayesinde öğrenciler, problemlere yaratıcı çözümler geliştirebilecek, yetkinliklerini daha ileri seviyelere taşıyacak girişimlerde bulunabilecek ve böylece güçlü bir öz yeterlilik algısı geliştirebileceklerdir. Bu doğrultuda, 2018 yılında ülkemizde Fen Bilimleri dersi öğretim programı güncellenmiştir. Bu program, öğrencilerin fen okuryazarlığını geliştirmelerini, doğayı ve evreni inceleyerek sorgulayan, araştıran, yaratıcı ve eleştirel düşünen bireyler olmalarını hedeflemektedir. Ayrıca, içinde buldukları yüzyılın sorunlarına bilimsel çözümler üretebilen bireyler olarak yetişmelerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır (MEB, 2018). Öğrencilerin fen bilimlerini teknoloji, matematik ve mühendislikle bütünleştirerek özgün (inovatif) düşünme becerilerini geliştirmeleri ve bu beceriler doğrultusunda hayata değer katan ürünler tasarlamaları öğretim programının hedefleri arasında yer almaktadır. Öğrencilerin yenilikçi tasarımlarında doğayı model alabilmeleri ise doğayı dikkatlice incelemeleri ve doğanın gerçek mühendisleri olan bitkileri, hayvanları, mikroorganizmaları ve insan biyolojisini fark etmeleri ile mümkündür. (Avcı, 2019).

Doğayı gözleme ve bu gözlemlerden ilham alarak ürünler geliştirme sürecinin temelini oluşturan bilim dalı ise biyomimikridir. Biyomimikri, doğadaki yapıların, süreçlerin ve sistemlerin taklit edilerek inovatif ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda biyomimikri, eğitimde önemli bir yenilikçi yaklaşım olarak görülmüş ve çeşitli disiplinlerde (fen, mühendislik, tasarım vb.) kullanılmaya başlanmıştır. Fen ve mühendislik eğitiminde biyomimikri uygulamalarının

öğrenci becerilerini geliştirdiği pek çok çalışmada ortaya konmuştur. “Biyomimikri, doğadaki canlıların hayatta kalmak için gerçekleştirdiği işlevleri inceleyerek ürün ve süreçleri doğadan esinlenerek şekillendirmektedir (Biomimicry Institute, 2021). Doğayı gözlemleyerek ilham alan bu yaklaşım, çocukları üretim, mühendislik tasarımı ve doğa temelli öğrenmeye teşvik eden yenilikçi bir yol sunmaktadır. Disiplinler arası yapısı sayesinde biyomimikri; yaşam bilimleri, kimya, fizik ve mühendislik gibi farklı bilim alanlarını bir araya getirerek çocukların bu alanlara aktif katılımını desteklemektedir. Bu sayede çocuklar, günlük yaşamda karşılaşılan problemlere yalnızca çözüm aramakla kalmayıp, aynı zamanda kendi düşünme becerilerini ve yaratıcılıklarını da sürece dahil edebilmektedir (Williams, Barber ve Sheppard, 2019). Girişimcilik eğitiminde biyomimikri, öğrencilerin yenilikçi düşünme ve girişimcilik becerilerini geliştirmede etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Benyus (1997), biyomimikrinin doğadaki çözümleri modelleyerek yeni ürün ve süreçler geliştirme konusunda büyük potansiyele sahip olduğunu öne sürmektedir. Ayrıca biyomimikri eğitimlerinin öğrencilerin inovasyon kapasitelerini artırdığını ve girişimcilik projelerinde başarıya ulaşma oranlarını yükselttiğini belirtmektedir.

Çevre eğitiminde biyomimikri, sürdürülebilirlik bilincini geliştirmede etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Doğadan ilham alan inovasyonlar, canlı organizmaların ve ekosistemlerin tasarım ilkelerinden esinlenerek, doğayla uyumlu ve sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesini amaçlar. Bu yaklaşım, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak doğayla yeniden dengeli bir ilişki kurulmasına katkı sağlar. Örneğin, örümcek ağlarının kuşlar tarafından algılanabilen optik özelliklerinin taklit edilmesiyle kuş çarpmalarını önleyici cam yüzeylerin tasarlanması ya da insan akciğerlerinin gaz değişim sisteminden esinlenerek, baca gazlarından karbondioksitin %90 oranında ayrıştırılmasını mümkün kılan filtrelerin geliştirilmesi, biyomimikri uygulamalarına örnek teşkil etmektedir (Biomimicry 3.8, 2023). Biyomimikri, Ekoloji ve Çevre Bilimi gibi çeşitli disiplinlerden yararlanan bütüncül bir yaklaşımdır. 2023 Eğitim Vizyon Belgesi'nde de vurgulandığı üzere, ekolojik okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi çocuklarda temel hedefler arasında yer alır. Okullarda yürütülecek biyomimikri temelli çalışmalar, doğaya ve onun işleyişine ilişkin farkındalık, gözlem yeteneği ve bilgi düzeyini artırarak; öğrencilerin ekran başında geçirdikleri yoğun zamandan uzaklaşıp doğayla yeniden bağ kurmalarına katkı sağlayacaktır (Avcı ve Er, 2018).

1.2 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Mühendislik ve tasarım becerilerinin ülkemizde 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programı incelendiğinde programa dahil edildiği görülmektedir. Bu program, matematik, fen bilimleri, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini bütünleştirerek, öğrencilere konulara disiplinler arası bir bakış açısıyla yaklaşma yetisi kazandırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, öğrencilerin mucitlik ve tasarım becerilerini geliştirmeleri, edindikleri bilgileri kullanarak ürünler tasarlamaları ve bu ürünleri tanıtabilmek için stratejiler geliştirebilecek seviyeye ulaşmaları hedeflenmektedir (MEB, 2017). Bu bağlamda hedeflerin açığa çıkmasını sağlayan uygulamalar arasında biyomimikri yer almaktadır. Biyomimikri, fen eğitiminde önemli bir konudur çünkü doğadaki sistemler, yapılar ve süreçler, mühendislik ve bilim alanlarında çözülmesi gereken pek çok soruna ilham kaynağı olabilir. Bu doğal örnekler, öğrencilere yenilikçi düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirme konusunda yardımcı olur. . Biyomimikri üzerine yapılacak derinlemesine ve kapsamlı araştırmalar, hem bilimsel ilerlemeleri hızlandıracak hem de pratik uygulamalarda önemli katkılar sağlayacaktır. Biyomimikri, doğadaki canlıların işlevsel özellikleri ve stratejilerinden ilham alınarak insanlar için yenilikçi çözümler geliştirme sürecidir. Biyomimikri eğitimi ise öğrencilere doğaya farklı bir bakış açısı kazandırmayı, doğadan elde edilen fikirleri günlük yaşamda kullanarak karşılaşılan sorunlara yaratıcı çözümler üretme becerisi kazandırmayı amaçlamaktadır (Ersanlı, 2016). Bu yönelim 1480’li yıllara uzanmaktadır. Leonardo da Vinci doğadan ilham alarak onu dikkatle inceleyen dönemin önemli bilim insanlarından biridir. Yaptığı çalışmalarda kuşların ve yarasaların uçuşlarını gözlemlemiş ve bu gözlemlerini uçan araç tasarımlarında kullanmıştır. Ortaya koyduğu tasarımlar, günümüzdeki araştırmacılara da önemli ölçüde ilham vermeye devam etmektedir (Marshall, 2009).

Biyomimikri, doğanın sürdürülebilir çözümlerini taklit etmeyi içerdiği için, öğrencilerin çevreye duyarlı ve sürdürülebilirlik odaklı düşünme becerilerini geliştirir. Doğanın işleyişini anlamak ve onu taklit etmek, öğrencilere ekolojik sistemler hakkında daha derin bir anlayış kazandırır ve bu da çevreye karşı daha duyarlı bireyler olmalarını sağlar. Biyomimikri eğitimi, gelecekteki liderlerin ve yenilikçilerin çevresel sürdürülebilirlik konusundaki farkındalıklarını artırarak, daha sürdürülebilir bir toplum oluşturma yolunda önemli adımlar atmalarını sağlayabilir. Kısacası, biyomimikrinin temelinde ilham kaynağı olarak doğa yer almaktadır. Bununla birlikte, karşılaşılan pek çok zorluğun çevre

dostu ve sürdürülebilir tasarımlarla aşılması; enerji verimliliği, atıkların azaltılması ve doğadaki sistemlerin taklit edilmesiyle mümkün hale gelebilecektir (Kennedy,2004).

Biyomimikri uygulamalarının eğitimdeki etkisini inceleyen çalışmalar arasında; ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine etkisini araştıran Çoban (2019), 8. sınıf öğrencilerinin teknoloji ve tasarım dersindeki tutumlarını inceleyen Sürgü (2022), 4. sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının çevre okuryazarlıklarına etkisini değerlendiren Kaya (2022) ve biyoloji öğretmen adaylarının dolaşım sistemi konusuna yönelik teknolojik tasarım geliştirme becerilerini ele alan Gökğöz (2022) yer almaktadır. Mevcut literatür biyomimikri uygulamalarının çeşitli eğitim alanlarında faydalı olduğunu göstermektedir. Ancak biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına olan bütünsel etkisini inceleyen kapsamlı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu tez, bu boşluğu doldurmayı ve biyomimikri eğitimlerinin öğrenci becerileri ve çevresel tutumlar üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Tez çalışmamız, biyomimikri uygulamalarının eğitimdeki rolünü daha iyi anlamak ve bu alanda ders içi etkinliklerin zenginleştirilmesi açısından önemli bir adım olacaktır. Ayrıca, sürdürülebilir çevre bilincinin artırılması ve girişimcilik becerilerinin geliştirilmesi konularında da değerli bilgiler sunacaktır.

1.3 Problem Cümlesi

Bu çalışmanın amacı “Biyomimikri Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Fen, Mühendislik Ve Girişimcilik Becerileri İle Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisi” ni araştırmaktır. Araştırmanın amacı doğrultusunda araştırma sorularına yanıt aranmıştır.

- Biyomimikri uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri üzerine etkisi var mıdır?
- Biyomimikri uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?
- Biyomimikri uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerine etkisine ilişkin görüşleri nelerdir?
- Biyomimikri uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisine ilişkin görüşleri nelerdir?
- 8. sınıf öğrencilerinin biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri nelerdir?

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma 2024-2025 Eğitim yılı ile sınırlı tutulmuştur.
- Çalışma Bitlis Güroymak ilçesinde yer alan bir devlet okulunda 8. Sınıfta öğrenim gören 26 öğrenci ile yürütülmüştür.
- Bu araştırma 8. sınıf fen bilimleri dersi kapsamında işlenen 2. Ünite: “DNA ve Genetik Kod”, 3. Ünite “Basınç”, 6. Ünite: “Enerji Dönüşümleri ve Çevre” üniteleri ile sınırlıdır.
- Yıl içinde 3 hafta, etkinliklerin uygulama sürecinde 4 hafta olmak üzere toplam 7 hafta ve 28 ders saati ile sınırlıdır.
- Veri toplama araçları; “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği”, “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” ile sınırlıdır.
- Uygulama araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlikler ile sınırlıdır.
- Bu araştırma uzman tarafından geliştirilen 11 görüşme soruları ile sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

- 8. Sınıf öğrencilerinin “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği”, “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” ve “Görüşme Soruları”na verdikleri yanıtlarda içten ve samimi oldukları varsayılmaktadır.
- Gürültü, ısı, açlık vb. değişkenlerin öğrencileri eşit derecede etkilediği varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Tanımları

Biyomimikri: Biyo 'yaşam' ve mimikri 'taklit etmek' anlamına gelen yunanca bir terimdir (Benyus, 1997).

Mühendislik Becerisi: Mühendislik becerileri, bireylerin bilimsel ve matematiksel bilgileri kullanarak, gerçek dünya problemlerine yaratıcı, sistematik ve işlevsel çözümler geliştirme yetkinliğidir.

Girişimcilik Becerisi: Bireylerin öncesinde tecrübe ettikleri herhangi bir alanda öğrenmiş oldukları bilgileri yeni durumlara uyarlayabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Aytaç, 2006).

Sürdürülebilir Çevre Tutumu: Sürdürülebilir çevreye yönelik bireylerin olumlu ya da olumsuz yönde, sürekli ve tutarlı bir tutum sergilemesidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Biyomimikri Kavramı ve Tarihçesi

İnsanlar, her zaman sorunlarının çözümünü doğada aramış; yaşamları boyunca hayatta kalma, temel ihtiyaçlarını karşılama, sanat ve barınma gibi amaçlarla doğadan ilham almıştır. İlk çağda insanlar; hayvanların hareketlerini, avlanma tekniklerini ve barınak yapma yöntemlerini gözlemleyerek yaşamlarını sürdürebilmiştir. Bu yönelim geçmiş yıllara kadar uzanmaktadır. Yunan filozof Democritus, “*Biz hayvanları taklit ederek önemli şeyler öğreniriz. Bizler kıyafet dokuma ve tasarlamada örümceklerin onları taklit eden öğrencileriyiz. Kırlangıçlardan yuva yapmayı, tarlakuşları ve kuğulardan şarkı söylemeyi öğreniriz*” sözleriyle, insanlığın doğayı gözlemleyerek ondan ilham aldığını ve biyomimikriden yararlandığını vurgulamıştır (Senosiain, 2003). Bu gözlemler sonucu elde edilen ürünler canlıların hayatta kalma şansını artırmış ve nesillerinin devam etmesini sağlamıştır. Doğadaki canlıların karşılaştıkları sorunlara geliştirdikleri çözümler, tasarımcılara ilham kaynağı olmuş ve onlar da benzer şekilde doğayı taklit ederek sorunlara çözüm üretme yoluna gitmişlerdir (Karabetçe, 2007; Yıldız, 2012).

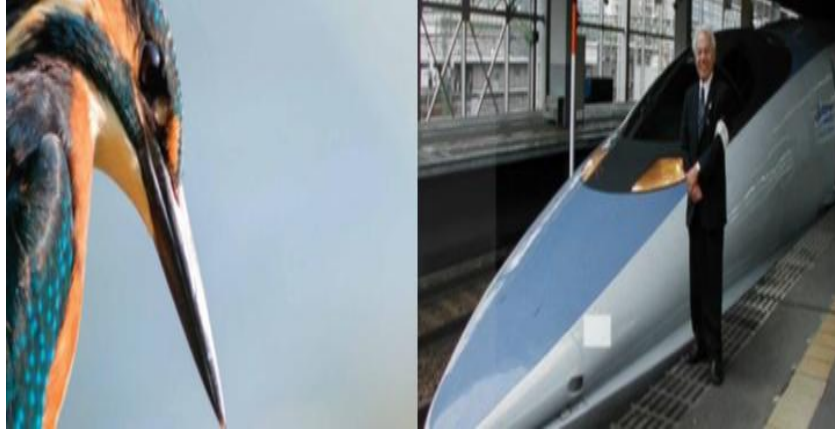
Biyomimikri kavramı ile ilk olarak 1997 yılında tanışılmış olup, bu terim Janine Benyus (1997) tarafından ortaya konmuştur. 'Biyo' (yaşam, doğa) ve 'mimikri' (taklit) sözcüklerinin birleşiminden oluşan bu kavram, Benyus'un 1997'de yayımladığı çalışmasıyla literatüre kazandırılmıştır. Benyus (1997) biyomimikrinin insanların sorunlarına çözüm üretmek amacıyla doğadaki sistemleri, süreçleri ve modelleri inceleyerek taklit ettiğini ifade etmektedir. Ayrıca doğadan aldığı bilgilerden esinlenen biyomimikrinin mevcut sorunlara çözüm üretmeye yönelik yeni bir bilim dalı olduğunu da belirtmektedir. Başka bir ifadeyle biyomimikrinin amacı; bireylerin varlıklarını sürdürebilmeleri için doğadaki organizmaların yaşam şekillerini taklit ederek işleyen sistemler, tasarımlar ve prensipler geliştirmektir.

Biyomimikri, sürdürülebilirliğe ulaşmanın yolunun, bunu başarmış yegâne sistem olan doğayı gözlemleyerek ve ondan öğrenerek mümkün olabileceğini savunur. Kökeni 'biyomimetik' kavramına dayanan ve 'doğadan ilham alan inovasyonlar ve tasarımlar' şeklinde tanımlanabilecek bu yaklaşım, Janine Benyus'un katkılarıyla günümüzdeki biçimini almıştır. Benyus'a göre biyomimikri, yaşamın dahiyane çözümlerini bilinçli bir şekilde taklit ederek, bu gezegende zarif ve uyumlu bir şekilde yaşamayı öğrenmemizi sağlar (Baumeister ve ark., 2013).

İnsanlık, tarihsel süreç boyunca yaşam kalitesini artırmak ve çevresel koşullar üzerinde kontrol sağlamak amacıyla teknolojiden yararlanmışır. Ancak teknolojik ilerlemelerin önemli bir bölümü, doğadaki organizma ve sistemlerin yapısal özelliklerinden esinlenilerek geliştirilmiştir. Canlıların morfolojik yapıları, işleyiş mekanizmaları ve adaptif stratejilerinin modellenmesiyle ortaya çıkan bu yenilikçi yaklaşımlar, zamanla “biyomimikri” olarak adlandırılan disiplinler arası bir alanın oluşmasına katkı sağlamıştır. Biyomimikri, doğanın milyonlarca yıl süren evrimi sonucunda geliştirdiği etkili çözümleri temel alarak, insan kaynaklı sorunlara sürdürülebilir yanıtlar üretmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda tasarım süreci, yalnızca ürün veya sistemin işlevselliği ve estetiğini değil; aynı zamanda ekolojik uyumluluğunu ve çevresel etkilerini gözeten bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Günümüzün karmaşık ve çok boyutlu problemlerine etkili çözümler üretilebilmesi için disiplinler arası iş birliğine dayalı yaratıcı tasarımlara olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu süreçte teknik bilgi ve mühendislik becerilerinin yanı sıra doğayı gözleme, anlama ve ondan ilham alma yeterlilikleri de ön plana çıkmaktadır. Yener'e (2019) göre, biyomimetik tasarım sürecinde araştırmacılar öncelikle insan ihtiyaçlarını veya karşılaşılan tasarım problemlerini tanımlamakta; sonrasında bu sorunlara çözüm üretebilmek amacıyla doğadaki organizmaların ya da ekosistemlerin benimsediği yöntemleri incelemektedirler. Nitekim günümüzde birçok uluslararası şirket, üretim ve tasarım süreçlerinde tasarımcılar ile biyologlar arasında iş birliği kurarak, doğadan ilham alan yenilikçi ve çevre dostu çözümler geliştirmektedir. Bu kapsamda, biyomimikri temelli örneklerin incelenmesi, alana ilişkin kavramsal bir farkındalık oluşturmanın yanı sıra, sürdürülebilir tasarım pratiklerinin gelişmesine de katkı sağlamaktadır.

2.2 Biyomimikri Örnekleri

Biyomimikri, günlük yaşamın çeşitli alanlarında yaşamı kolaylaştırmaya yönelik önemli bir bilim dalıdır. Doğanın sunduğu benzersiz olanakların değerlendirilmesiyle biyomimikri bilimi kapsamında pek çok tasarım örneği geliştirilmiştir. Bu örnekler, doğadaki organizmaların özelliklerinden ilham alınarak oluşturulan farklı ürünler, yapılar, sistemler ve süreçleri kapsamaktadır. Şekil 1.1.'de yalıçapkını kuşundan esinlenerek üretilmiş tren görülmektedir.



Şekil 2. 1 Biyomimikri Örnekleri 1 (Asknature, 2023a/b)

Shinkansen hız trenini tasarlarken balıkçıl kuşundan ilham almıştır. Shinkansen hızlı trenlerinin tünellerden çıkarken oluşturduğu patlama benzeri sesin engellenmesine yönelik çözüm arayışları sürerken, aynı zamanda bir kuş gözlemcisi olan Teknik Gelişim Departmanı Genel Müdürü Eiji Nakatsu, balıkçıl kuşunun gaga yapısının incelenmesini önermiştir. (Benyus, 2017b). Yalıçapkını kuşu direnci az olan hava ortamından direnci çok olan su ortamına geçerek balık avlamakta ve beslenmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda, balıkçıl kuşunun gaga yapısının iki ortam arasındaki basınç farkını azaltma özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgudan yola çıkılarak, kuş gagasının işlevsel yapısından ilham alınmış ve biyomimikri yaklaşımı sayesinde teknolojik bir sorun başarıyla çözüme kavuşturulmuştur. Gaga şeklinin taklidi ile güncellenen tren burunu artık patlama sesi yaratmadan tünellerden rahatlıkla geçebilmesini sağlamaktadır. Trenin farklı bölümlerinde farklı canlılardan ilham alındığı da bilinmektedir (Asknature, 2023a).

Şekil 2.1’de Termit yuvasından esinlenerek yapılmış bina ısı yalıtımı örneği verilmiştir.



Şekil 2. 2 Biyomimikri Örnekleri 2 (PlumeMag, 2022).

Şekil 2.2’de termit yuvalarından esinlenerek inşa edilmiş alışveriş merkezi örneği görülmektedir. Bilim insanları, mimari açıdan termit yuvalarının bazı özelliklerinin gezegendeki en etkileyici yapılar arasında olduğunu belirtmektedirler. Bu durum, biyomimikri bilimi için önemli bir model olarak kabul edilmektedir. Bu özelliklerin başında termit kolonisi yuvasını sürekli aynı ısıda tutmak gelir. Yuva, tepesindeki vanalar sayesinde ortamı zeminden ısınarak yükselen sabit bir sıcaklıkta tutar. Bu, termit kolonisinin çevreye zararlı olan klima gibi pahalı ve enerji tüketen sistemler kullanmadan ısı kontrolünü sağlamasını sağlar. Ayrıca yuvanın içine döşenen havalandırma kanalları sayesinde gece soğuk ve gündüz sıcak hava koşullarından etkilenmez. Bu özellikler, termit yuvalarından ilham alınarak tasarlanan binaların doğal olarak enerji verimli olmasını sağlar. Bu uygulamayı hayat geçiren Eastgate Building alışveriş merkezi için bir avantajdır. Sistemde hiç klima ünitesi kullanılmaması, klimaların kullanacağı elektriğin tasarruf edilmesini sağlamış ve insanlar problemlerinin çözümünü doğanın asıl mühendis ve tasarımcılarında bulmuştur (Yıldız, 2012).

Şekil 2.3’ te yalıçapkını kuşundan esinlenerek üretilmiş tren görülmektedir.



Şekil 2. 3 Biyomimikri Örnekleri 3 (PlumeMag, 2022).

Şekil 2.3’te, biyomimikrinin kullanım alanlarından biri olan ve yaygın şekilde kullanılan örneklerinden cırt cırt bantlarının keşfedilmesinde bu tasarıma ilham kaynağı olan pıtrak otu yer almaktadır. Cırt cırtın ortaya çıkış hikâyesi, İsviçreli mühendis Georges de Mestral’ın Alp Dağları’nda köpeğiyle gerçekleştirdiği bir yürüyüş sırasında, pantolon paçalarına ve köpeğinin tüyelerine yapışan pıtrak otu (*Xanthium spinosum*) meyvelerini fark etmesiyle başlamıştır. Mestral, bu bitkiyi büyüteç altında incelediğinde yüzlerce

küçük kanca yapısına sahip olduğunu gözlemlemiş ve buradan yola çıkarak birçok tasarım geliştirme fikri oluşmuştur (İner, S 2019).

Şekil 2.4'te köpek balığının derisinden esinlenerek üretilen mayo örneği verilmiştir.



Şekil 2. 4 Biyomimikri Örnekleri 4 (PlumeMag, 2022).

Şekil 2.4'te verilen Speedo Fastskin yüzücü mayosu, köpek balıklarının mikroskobik düzeyde şeritler içeren deri yapılarından ilham alınarak geliştirilmiştir. Araştırmacılar, köpek balıklarının derisinde bulunan ve "deri dişçikleri" olarak adlandırılan girintili çıkıntılı yapıların, suyla temas sırasında sürtünme direncini azalttığını tespit etmişlerdir. Bu yapı sayesinde köpek balıkları, su içinde daha az dirençle karşılaşarak daha hızlı hareket edebilmektedir. Her ne kadar ani manevralar yapma yetileri sınırlı olsa da, bu aerodinamik avantaj köpek balıklarının hayatta kalma şansını artırmaktadır. 2000 Sydney Olimpiyatları'nda altın madalya kazanan 14 yüzücünün 11'inin bu özel mayoyu kullandığı belirlenmiş, bu nedenle söz konusu mayoların rekabet avantajı yarattığı gerekçesiyle günümüzde olimpiyatlarda kullanımı yasaklanmıştır (Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneği, 2021).

Şekil 2.5'te penguenin göz yapısından esinlenerek geliştirilmiş gözlüklerin örneği verilmiştir.



Şekil 2. 5 Biyomimikri Örnekleri 5 (Yıldız, 2012)

Şekil 2.5’te verilen penguenler kutuplarda yoğun güneş ışığına maruz kalırlar. Bu yüksek ışık koşullarına rağmen net bir görüş yetisine sahiptir. Penguenlerin göz yapısında, farklı renkleri ayrı ayrı filtreleyebilen özel bir sıvı bulunur. Bu biyolojik özelliği inceleyen araştırmacılar, sisli, puslu ya da aşırı parlak ortamlarda görüş kalitesini artırmak amacıyla, penguen göz yapısından ilham alarak gelişmiş bir güneş gözlüğü tasarlamışlardır (Deyoung ve Hobbs, 2009).

2.3 Biyomimikri ile İlgili Eğitim Alanında Yapılan Çalışmalar

2.3.1 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Yıldız (2012) çalışmasında, detaylı literatür taraması yaparak ve doküman analizi yaparak biyomimetik yaklaşımının gelecekteki yerini ve sağlayacağı faydaları tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu hedef doğrultusunda tasarımcıların ortaya koydukları ürünlerde doğadan esinlenme teknikleri, biyoloji ve tasarım arasındaki kavramsal ilişkilerin farkındalığı ve doğadan ilham almanın genellikle hangi ölçüde gerçekleştirildiği üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışmanın sonucunda, tasarımcıların yapmış oldukları tasarımlarda doğadan ilham aldıkları ve bu ilhamın çoğunlukla biçimsel olarak uygulandığı belirtilmiştir.

Sönmez (2014) çalışmasında, 8. Sınıf öğrencilerinin biyoteknoloji bilgilerine müfredat dışı biyoteknoloji etkinliklerinin etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Araştırmada tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma verileri, Biyoteknoloji Bilgi Anketi ve Bilimin Doğası Anketi aracılığıyla elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, müfredat dışı biyoteknoloji etkinliklerinin öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik bilgi

düzeylerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Ancak buna rağmen, öğrencilerin biyoteknolojiye dair genel bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu da tespit edilmiştir.

Ersanlı (2016) çalışmasında Fizik dersinin önemini öğrencilere fark ettirmek, bilim okuryazarlığını geliştirmek ve doğadan ilham alarak geliştirilen biyomimikri yoluyla çeşitli ürün ve mekanizma hakkında bilinçlendirmeyi hedeflemiştir. Sonuç olarak fizik eğitiminde teorik bilgiyi doğadaki modellerle birleştirerek öğrencilerin günlük hayattaki sorunlarına çözüm üretecek modeller geliştirmelerini sağlamıştır.

Avcı (2019) çalışmasında, biyomimikri biliminin öğrencilerde STEM eğitimi ile bağlantısını ve 21. yy. becerileri üzerine etkisini araştırmış ve geleceğe olan etkisini incelemiştir. Yapılan araştırma 1997-2019 yılları ile sınırlandırılmış olup doküman incelemesi yapılmıştır. Veriler betimsel analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışmaya göre biyomimikri çalışmalarının sınıf ortamında uygulamalı olarak işlenmesi öğrencilerde üretim becerisi kazandırmış olup bunun yanı sıra biyomimikri çalışmalarının günümüzde ve gelecekte karşılaşılabilecek problemi ortadan kaldırayabileceği, öğrencilerde doğayı seven, geleceğe yönelik gelişim gösteren bireyler yetiştirmek için faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda biyomimikri içeren çalışmaların artırılması önerilmektedir.

Yıldırım (2019) çalışmasında, Fen Bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya 17 öğretmen adayı katılmış, “STEM Eğitiminde Biyomimikri Görüşme Formu” veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Elde ettiği verileri içerik analizi yöntemiyle değerlendirmiştir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının derslerde kullanmak için uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Sonucunda STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının diğer eğitim düzeyinde de uygulanabileceği öneri olarak sunulmuştur.

Alperen (2020) çalışmasında, Fen Bilimleri dersinde doğadan ilham alan teknolojiler konusu ile ilgili geliştirmiş olduğu öğretim tasarımını uygulama sürecinde etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Bu çalışma 5. Sınıfta öğrenim gören 68 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışmada öğrencilerin biyomimikri algılarını tespit edebilmek için süreçte yapmış oldukları çalışmaları, biyomimikri sunum rubriği ve modellemeleri incelenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin ortaya çıkarttığı ürünlerde mühendislik tasarım

sürecinin aşamalarının kullanıldığı görülmüştür. Öğrencilerin biyomimikriye yönelik algılarının ve doğa ile teknoloji arasındaki ilişkiye olan bağlantının güçlendiği de görülmüştür.

Velioğlu (2020) çalışmasında, hayvanların özelliklerinden esinlenerek tasarlamayı planladıkları teknolojik ürünleri ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile çizimler ve modeller aracılığıyla ortaya koymaları amaçlanmıştır. Araştırmaya toplamda katılan öğrenci sayısı 30'dur. Veri toplama sürecinde "Kendim Seçiyorum, Kendim Tasarlıyorum" ve "Hayvanlardan İlham Alalım, Teknolojik Ürün Tasarlayalım" adlı çalışma kâğıtlarının yanı sıra, "Öğrenci Mülakatları", "Öğrenci Tasarım Değerlendirme Ölçeği" ve "Öğrenci Günlükleri" kullanılmıştır. Öğrenciler bireysel olarak farklı hayvanların çeşitli özelliklerinden esinlenerek teknolojik ürünlere ait tasarım çizimleri yapmışlardır. Çizimlerden sonra öğrenciler gruplara ayrılmış ve grup olarak en beğendikleri çizimlerin modellerini yapmışlardır. Veriler analiz edildiğinde, öğrencilerin çizim ve modellemelerde daha çok askeri alana yoğunlaştıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler bu tasarımların yanında kara araçları ve günlük hayatta kullanılan bazı araçlara da çizimde yer vermiştir.

Sürgü (2022) çalışmasında, Teknoloji ve Tasarım dersi adı altında biyotaklit konusunun işlenmesinin 8. Sınıf öğrencileri üzerindeki etkilerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırmada eylem araştırması deseni kullanılmış olup veriler gözlem, doküman, görsel işitsel materyaller ve görüşmeden elde edilmiştir. Uygulama süreci ders içi 4 hafta olmak üzere ders dışı da devam etmiştir. Sonuç olarak biyotaklit uygulamalarının öğrencilerde çevreye uyumu artırdığı, doğayı koruma içgüdüğü geliştirdiği ve geri dönüşüm sürecinde daha bilinçli davrandıkları tespit edilmiştir. Bunların dışında öğrencilerin düşünce yapılarının geliştiği, tasarlama, hayal etme ve yaratıcı düşünceye katkı sağladığı görülmüştür. Öneri olarak teknoloji ve tasarım öğretmenlerinin derste biyotaklit konusu işlenirken görüşlerinin alınması yönünde tavsiye verilmiştir.

Gökgöz (2022) çalışmasında, öğretmen adaylarının dolaşım sistemi konusuna ait kalbin yapısı, işleyişi ve benzeri özelliklerinden ilham alarak geliştirdikleri ürün tasarımlarına yönelik biyomimikri algılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, öğretmen adaylarının biyomimikriye dair algıları; yaptıkları tasarım çizimleri ve bu çizimlere ilişkin açıklamaları üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışma 34 öğretmen adayı

ile yapılmış olup yöntem olarak durum çalışması kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak 8 adet çalışma kâğıdı, çizimler ve açıklamalar kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, katılımcıların tasarladıkları teknolojik ürün çizimlerinde kalbin biçimsel ve işlevsel özelliklerinden yararlandıkları, ayrıca sosyokültürel çevrelerinden de ilham aldıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmalarda ise, fen bilimleri ve biyoloji derslerinde biyomimikri alanında farkındalık oluşturmanın, çevre bilincini geliştirmenin ve bu konuları meslek yaşamlarına entegre ederek uygulamalarının hedeflendiği görülmüştür. Ülkemizde biyomimikri çalışmalarının eğitim alanında son yıllarda artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Türkiye’de biyomimikri alanında gerçekleştirilen çalışmaların genellikle endüstri tasarımı, mühendislik, ilk ve ortaöğretim öğrencileri ile yapıldığı araştırmalar sonucu ortaya koyulmuştur. Bu çalışmalarda, çoğunlukla katılımcıların biyomimikri konusundaki bilgi seviyelerine dikkat çekildiği ya da öğrencilere ve öğretmenlere biyomimikrinin amacının öğretilmeye çalışıldığı gözlemlenmiştir. Özetle Türkiye’de farkındalık boyutuna odaklanan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu söylenebilir. Öğretmenler sahip oldukları yeterlilikler ile öğrencilere rol model olabilmektedirler. Bu bağlamda, öğrencilerin konularla ilgili kavram yanlışlarının önüne geçebilmek için öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının biyomimikri gibi kavramlar hakkında farkındalıklarının yüksek olmaları gerekmektedir. Buna rağmen literatürde biyomimikri farkındalığını araştıran çalışmaların az olduğu dikkat çekmektedir.

2.3.2 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Staples (2005) çalışmasında, biyomimikrinin önemin, potansiyel uygulamalarının belirlenmesi ve lise müfredatında uygulanmasını hedeflemiştir. Çalışma 4 yüksek lisans tezi ve 12 makale ile sınıflandırılmıştır. Verilerin analizinde yöntem olarak içerik analizi kullanılmıştır. Verilerin analiz edilmesinden sonra 7 farklı biyomimikri etkinliği lise müfredatında geliştirilmiştir. Bu bağlamda lise müfredatı içerisinde geliştirilen biyomimikri etkinliklerinin soyut terimlerin somutlaştırılması, 21. yy. becerilerinin gelişimi ve günlük yaşamdan ders çıkarma becerisi hakkında fikir vereceği ifade edilmiştir.

Dawson (2007) çalışmasında, ortaokul ve lise öğrencilerinin biyoteknoloji konusuna yönelik uygulamalarının hazırbulunuşluk seviyelerini ve tutumlarını

incelemeyi amaçlamıştır. Yöntem olarak durum çalışması, çalışmaya göre seçilmiştir. Veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler ve açık uçlu soru formu ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda lise öğrencilerinin biyoteknolojiye uygulama yöntemlerine dair bilgi seviyelerinin ortaokul öğrencilerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kleinke ve ark. (2012) çalışmalarında, biyomimikrinin ilkelerini üniversite öğrencilerine öğretmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma hedefi doğrultusunda ön test kontrol grup modeli uygulanmıştır. Süreçte öğrencilere akran değerlendirilmesi yaptırılarak kavramları yenilikçi fikirlerle harmanlama fırsatı vermiştir. Bu çalışma ile öğretmenler biyomimikrinin derslere entegre edilerek daha inovasyona uygun bir biçimde dahil edilebileceğini göstermişlerdir.

Kim (2019) çalışmasında, üstün yetenekli öğrencilere teknoloji temelli eğitimi kullanarak ve biyomimikri temelli robot eğitim programı geliştirerek eğitimde oluşturacağı etkilerin neler olacağı belirlemek istemiştir. Öğrencilere 15 saatin üzerinde teknoloji temelli robot eğitimi verilerek problem çözme becerileri incelenmiş olup yöntem olarak nicel araştırma seçilmiştir. Araştırmanın sonucunda robot eğitimi programının memnuniyet ortalamasının üzerinde olduğu katılım sonrasında öğrencilerin robotlara yönelik tutumlarının olumlu yönde olduğu saptanmıştır.

Roobeck (2019) çalışmasında, süregelen eğitim ile ideal eğitim arasındaki açığı kapatmak için biyomimikri eğitiminde lise öğretmenlerinin rolünü belirlemeyi hedeflemiştir. Hedefe yönelik olarak araştırmacı çalışmada eğitimdeki boşluğu kapatmak amacıyla biyomimikri den yararlanıp eğitim tasarısı geliştirerek yapmış olduğu yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda ihtiyaç analizini hazırlamıştır. Analiz sonucunda kurs geliştirmeyi başarmış fakat kendisi uygulamamıştır. Araştırmacı çalışma sonucunda yenileyici kültür, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirlik kavramlarının da ifade edilmesi gerektiğini savunmuştur.

Barber vd. (2020) çalışmalarında, öğretmen adayları ile biyomimikri robot eğitim programı geliştirerek teknoloji eğitimindeki yerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Uygulanan programın öğretmen adaylarının algıları üzerindeki etkilerini ve geliştirilmiş materyallerin uygulanmasında karşılaşılan zorlukları belirlemek için karma yöntem yaklaşımı seçmişlerdir. Verileri toplamak için proje hedeflerini ve yenilikçi becerileri

içeren bir anket geliştirmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının fen bilgisi için biyomimikri ile ilgili inanç ve yeterlilik seviyelerinde bir artış olduğunu saptamışlardır.

Han vd. (2020) yapmış oldukları çalışmada iki yıllık çalışma süresi olan fen bilimleri öğretmenleri için STEM eğitim modelini kullanarak bir öğretmen mesleki gelişim programının etkinliğini durum çalışması ile incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada öğretmenlerin öz yeterliliklerindeki değişimi araştırmak amacıyla fen ve teknoloji öğretim yeterliliği ve inançlarına da odaklanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, fen bilimleri öğretmenleri bu program sayesinde sahada gözlem ve veri toplama gibi fen uygulamalarıyla uğraşırken çevrelerindeki problemleri keşfedebildiklerini ve edindikleri bilgilerle bu sorunları çözebildiklerini ifade etmişlerdir.

Wijffels (2023) çalışmasında "Biomimicry in the Classroom" adlı kitapçıkta, Hollanda ortaöğretim eğitim sistemindeki öğretmenlerin mevcut durumu ile ideal durumu arasındaki farkları ERASMUS+ projesi sürecinde tespit ederek biyomimikrinin önemini vurgulamayı amaçlamaktadır. Veri toplama aracı olarak, 3 uzman ve 4 öğretmenle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Görüşmelerin ardından biyomimikri temalı bir kurs düzenlenmiştir. Bu kursa katılan 4 öğretmen, öğrendikleri bilgileri sınıflarında uygulamıştır. Araştırmacı, eğitim sonucu sınıfta uygulama yapan öğretmenleri yarı yapılandırılmış görüşme formları ve betimsel analiz yöntemi ile değerlendirmeye tabi tutmuştur. Araştırmanın sonucunda Hollanda eğitim sisteminde öğrenme sürecinde doğanın önemini fark etmeye, gelecekte sorunlara çözüm üretmeye yönelik öğrencileri geliştirmeye ve 21. yy. becerilerinin gelişmesine yönelik olarak biyomimikrinin ders sürecinde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

2.4 Biyomimikrinin Fen Eğitimindeki Yeri

Dünyada ülkeler arasında meydana gelen siyasi rekabetler etkisini eğitim alanında da göstermektedir. Gelişen ve değişen çağa uyum sağlayabilmek 21. yy. becerilerini geliştirmeyi gerektirir. Ülkeler bu becerileri geliştirmek için eğitim programları geliştirip nitelikli insan yetiştirme prensibini benimserler. Bireylerden bu süreçte beklenen özellikler ve yeterliliklerin zamanla değişmesiyle artık disiplinlerarası çalışabilme, etkili iletişim kurabilme, yaratıcı düşünme ve ortak çalışmaya uyum sağlayabilen bireylere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır (Yalçın, 2018).

“İnsan ve çevre arasındaki etkileşimi anlayabilmek ve doğayı okuyabilme serüveninde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanda karşılaşılan problemlere çözüm üretmek” fen bilimleri dersi öğretim programının temel hedefleri arasında yer almaktadır. (MEB, 2018). Bu hedeflere sahip bireyler yetiştirilmesi için yeni ve farklı yaklaşımlar üzerinde durulması gerekmektedir. Bu yaklaşımlardan biri de biyomimikridir. Biyomimikri uygulamaları, doğadaki sistemlerin ve süreçlerin gözlemlenerek bunlardan ilham alınan ürün ve fikirlerin geliştirilmesini içerir. Bu süreçte temel olarak iki aşama öne çıkar: birincisi doğanın dikkatlice gözlemlenmesi, ikincisi ise bu gözlemlerden elde edilen bilgilerin yaratıcı çözümler üretmek amacıyla kullanılmasıdır. Fen bilimleri, doğayı anlamaya yönelik temel bir disiplin olduğu için biyomimikri ile doğrudan ilişkilidir. Doğada gözlemlenen örnekler, öğrencilerin yaratıcı düşünme yetilerini geliştirerek karşılaştıkları sorunlara farklı açılardan yaklaşımlarını sağlar. Bu yaklaşım, öğrencilerin doğaya karşı farkındalık kazanmalarına olanak tanırken, aynı zamanda doğadaki modellerin günlük yaşam sorunlarına uyarlanabilmesine de olanak sağlar. Biyomimikri alanında yürütülecek kapsamlı araştırmalar hem bilimsel gelişmelere ivme kazandırabilir hem de uygulamalı alanlarda yenilikçi çözümler sunulmasına katkıda bulunabilir. Doğadaki canlıların yapı ve işleyişlerini inceleyerek bu yapılardan ilham alan çözümler üretmek, eğitimde hem teorik hem de pratik açıdan büyük bir potansiyel taşımaktadır. Biyomimikri yaklaşımı, doğayı merkez alarak ondan öğrenmeyi ve bu öğrenme süreciyle bilime ve sürdürülebilir yaşama katkı sunacak yenilikçi çözümler üretmeyi amaçladığından, fen bilimlerinin öğrencilere kazandırmayı hedeflediği deneyimleri alternatif bir yolla sunması açısından önemlidir (Benyus, 2002).

2.5 Mühendislik Becerisi ve Biyomimikri İlişkisi

Buldukları döneme uyum sağlamak bireylerin ihtiyacıdır. Bu ihtiyaçtan da problem çözme becerisi, yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi kelimelerin 21. yy. becerileri adı altında toplandığı, teknoloji ve bilgi okuryazarlığı gibi farklı becerilerle birlikte bilgilerin sorgulanmasını ve yorumunun söz konusu olduğu ifade edilmektedir (Murat, 2018). Fen bilimleri öğretim programını incelediğimizde bilimin doğası ve yaşam becerileri, mühendislik tasarım becerileri ile bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile disiplinler arasındaki ilişkinin öğrencilere benimsetilmesi konusunda vurgu yapmakta ve 21. yy. becerilerinin kazandırılması (MEB, 2018) hedeflenmektedir. Bu bağlamda NRC (2009) araştırmacılar fen eğitiminde mühendisliğin faydalarının yanında insan eliyle dünyanın tıdizayn edilmesi şeklinde tanımlarken Tayal (2013) mühendislerin

günlük yaşamda insan hayatını konu alan her türlü sistem, yapı ve ürünü tasarlayarak yeniden oluşturduğunu ifade eder (MEB, 2018a, s.10). Mühendislik "İnsanın istek ve ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik nesnelere süreç ve sistemlerini tasarlamak için sistematik ve gelişime açık uygulamalar" olarak Fen Bilimleri Öğretim Programında yerini almıştır. Mühendislik tasarım sürecinin eğitime entegre edilmesi öğrencilerin beceri geliştirmesi açısından oldukça öneme sahiptir. Bu gelişim öğrencilerde fen, matematik ve teknolojinin gelişimini sağlayacak aynı zamanda bir mühendislik disiplini farkındalığı oluşturup, kendi ilgi alanlarına ve yeteneklerine uygun meslek seçimi yapabilmeleri için imkân sağlamış olacağı öngörülmektedir. Bu bakımdan gelişmiş çoğu ülke mühendislik tasarım sürecini öğretim programlarına dâhil etmiştir. Jolly (2014) günlük problemleri, çözüm yolları, mühendislik tasarım süreci, uygulama ve probleme dayalı ekip çalışması ve deneme yanılma ile tasarımda düzenlemelere gidilmesi gerektiğini ifade etmiş yapılandırılmasının ders planlama sürecinde faydalı olacağını ve sürecin planlanması ve desteklenmesinin üzerinde vurgu yapmıştır.

Mühendislik ile biyomimikri arasındaki bağlantıya bakıldığında, doğadaki sistemlerden ilham alınarak çeşitli mühendislik çözümlerinin üretildiği anlaşılmaktadır. Bu çözümler, özellikle haritalama teknolojileri, yön belirleme sistemleri ve mesafe ölçüm araçlarında kendini göstermektedir (Yang, 2016). Mühendisler, görüntü işleme, büyük veri işleme gibi problem alanlarında da doğadan esinlenerek çözüm üretebilmektedir. Mimarlık, inşaat mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, yazılım mühendisliği ve makine mühendisliği gibi mühendislik disiplinleri biyomimikriden faydalanmaktadır.

Doğal unsurların tasarımda kullanılmasının hem avantajları hem de dezavantajları vardır (Eryılmaz, 2015). Bu yönlerden bazıları şöyledir: Doğadan ilham alarak yapılan tasarımlar, enerji kullanımını daha verimli hale getirir. Ayrıca, bu tasarımların farklı durumlara ve ürünlere uyarlanması oldukça kolaydır. Tasarım çeşitliliği geniş olduğu için rekabeti artırmaktadır. Ancak, doğal tasarımların taklit edilmesi ve doğada bir canlıyı incelemek, zorlu bir süreçtir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, biyomimikriden ilham alarak tasarlanmış pek çok mühendislik ürününün varlığı dikkat çekmektedir. Biyomimikri teknolojileri, problemlere çözüm sunmada oldukça etkili ve faydalıdır. Bu teknolojilerden bazılarını kısaca değinecek olursak, elektronik alanda kertenkelelerin ayaklarındaki yapışkan yapılar örnek alınarak, uzay araştırmaları için özel yapıştırıcılar ve mikroelektronik (örneğin işlemci ve RAM üretimi) geliştirilmiştir (URL-1, 2019). Bir diğer örnek ise

yarasaların yankılanan seslerini algılayarak ve yönlerini bulmalarından esinlenerek radar, sonar, navigasyon ve tıbbi görüntüleme cihazları geliştirilmiştir (URL-1, 2019). Ulaşım teknolojilerini incelediğimizde balık vücutlarından ilham alınarak tekne ve deniz ulaşım araçlarının gövdelerinin tasarlandığını görmekteyiz (URL-1, 2019). Askeri ve savunma sanayisinde çingiraklı yılanlar, "Pit Viper" adı verilen bir organa sahiptir. Bu organ sayesinde kemirgenlerin vücut ısısını algılayabilirler. Bu organın yapısından esinlenerek termal kameralar icat edilmiştir (Ersanlı, 2016). Mimari alanda ise örümcek ağlarının dayanıklı yapısından esinlenerek, stadyumların yapılarında kullanılan güçlü halatlar geliştirilmiştir (İleritürk, 2016). Tekstil sanayisinde, penguenlerin gözlerinde bulunan turuncu bir sıvı, gözlerini güneşin zararlı ışınlarından korur. Güneş gözlüklerinin üretiminde bu özelliğinden ilham alınmıştır. Diğer güneş gözlükleriyle kıyasladığımızda bu gözlükler gözleri daha etkili bir şekilde güneşin zararlı ışınlarından korumaktadır (Yıldız, 2012).

2.6 Biyomimikri ve Girişimcilik

2018 yılında yürürlüğe giren Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, fen bilimleri alt disiplinlerinin temel içeriklerinin öğretiminin yanı sıra, öğrencilerin girişimcilik becerileri, bilimsel süreç becerileri, karar verme yetkinlikleri ve yaşam becerileri gibi çok yönlü kazanımlar edinmesini amaçlamaktadır. Ayrıca, kariyer bilinci, kalkınma bilinci, kültürel etik değerler ve bilimsel etik bilincinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (MEB, 2018a). Fen Bilimleri Dersi, öğretim programında "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" başlığı altında yapılandırılmıştır. Program kapsamında, 3. sınıf düzeyinden itibaren öğrencilerin yılsonu projelerinde fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yönelik çalışmalar gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Bu doğrultuda, ders kitaplarının son üniteleri "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" başlığıyla düzenlenmiştir. Söz konusu uygulamaların, Türkiye'nin bilimsel araştırma kapasitesini, teknolojik gelişimini, sosyoekonomik kalkınmasını ve küresel ölçekte rekabet gücünü artırmada önemli bir katkı sağlaması amaçlanmaktadır. (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

İlkokul ve ortaokul düzeyinde fen bilimleri eğitiminde girişimcilik eğitimi üzerine yapılan çalışmaların, genellikle öğretim programları, ders içerikleri ve kitap müfredatlarına odaklandığı görülmüştür. Bu çalışmalardan biri olan Bacanak'ın (2013) araştırmasında, ortaokul öğrencilerinin girişimcilik becerilerinin gelişiminde öğretmenlerin ve okul yönetiminin önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Ezeudu ve

arkadaşlarının (2013) gerçekleştirdiği çalışmada, Nijerya'daki fen ve teknoloji eğitiminin, ortaokul seviyesindeki kimya ve biyoloji derslerine yönelik kazanımlarının girişimcilik becerileriyle birleşebileceği ifade edilmiştir. Uğur (2015) tarafından yürütülen araştırmada ise Avrupa ve Türkiye'deki ilkökul düzeyinde girişimcilik eğitimleri karşılaştırılmış ve Avrupa ülkelerindeki ilkökul girişimcilik eğitiminin sonuçlarına dayanarak, Türkiye'de girişimcilik eğitiminin ayrı bir ders olarak verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

21. yüzyıl eğitim anlayışında öğrencilerin karşılaştıkları problemleri disiplinlerarası bir bakış açısıyla ele alması, öğrendikleri bilgileri günlük yaşamlarına uygulaması ve karşılaştıkları sorunlara çözüm üretmesi hedeflenmektedir. Bu süreçte çözüm fikirlerini tasarıma dönüştürmeleri, tüm aşamaları pazarlama, zaman ve maliyet açısından değerlendirmeleri ve girişimcilik becerilerini geliştirmeleri beklenmektedir (Konus, 2019).

“Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” fen bilimleri ders kitaplarında yerini almıştır. Bu uygulama, öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıları anlamalarını hedeflemektedir (MEB, 2018a). Bu bilgiler ışığında girişimcilik ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin girişimcilik kavramına dair algılarının, görüşlerinin ve girişimcilik yetkinliklerinin incelendiği görülmektedir. Girişimcilik becerileri ve STEM tabanlı bir eğitim anlayışını benimseyen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na (FBDÖP) bu çalışmalar kapsamında biyomimikri bakış açısı entegre edilecektir. Deveci (2017a, ss.145) girişimcilik boyutunun biyomimikri basamaklarını kullanarak STEM eğitimine entegre edecek bir döngü geliştirmiştir. Bu doğrultuda, öğrencilerden problem durumlarının çözümünde doğaya yönelmeleri ve doğadan çözüm önerileri geliştirmeleri teşvik edilmiştir. Ayrıca geliştirilen modüller aracılığıyla öğrencilerin girişimcilik yetkinliklerinin olumlu yönde gelişmesi beklenmektedir.

2.7 Sürdürülebilir Çevre ve Biyomimikri

Sürdürülebilir çevre ve biyomimikri arasındaki ilişki, doğadan ilham alarak çevresel sürdürülebilirliği artırma çabalarına dayanır. Biyomimikri, doğadaki süreçleri, sistemleri ve yapıları taklit ederek insan yapımı ürünlerin ve sistemlerin tasarımında

kullanmayı amaçlar. Bu yaklaşım, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için çeşitli yollar sunar.

Kaynak Verimliliği: Doğadaki organizmalar ve ekosistemler, kaynakları en verimli şekilde kullanır. Biyomimikri, bu verimliliği insan yapımı sistemlere entegre ederek enerji ve malzeme kullanımını azaltabilir.

Atık Yönetimi: Doğada atık diye bir kavram yoktur; bir organizmanın atığı, başka bir organizma için besin kaynağı olabilir. Biyomimikri, kapalı döngü sistemleri teşvik ederek atık miktarını minimize edebilir.

Enerji Kullanımı: Doğadaki süreçler genellikle güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanır. Biyomimikri, bu enerji kaynaklarını kullanarak fosil yakıt bağımlılığını azaltabilir.

Adaptasyon ve Dayanıklılık: Doğadaki canlılar, değişen çevre koşullarına uyum sağlama konusunda son derece başarılıdır. Biyomimikri, bu adaptasyon yeteneklerini mühendislik ve tasarım süreçlerine entegre ederek daha dayanıklı ve esnek sistemler oluşturabilir.

Örneğin termit yuvalarının doğal soğutma sistemleri, enerji verimliliği sağlayan binaların tasarımında ilham kaynağı olabilir. Aynı şekilde lotus yaprağının kendini temizleme özelliği, kir tutmayan yüzeylerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Bu şekilde, biyomimikri sürdürülebilir çevre için yenilikçi çözümler sunarak doğal sistemlerle uyum içinde çalışan insan yapımı sistemlerin oluşturulmasına katkıda bulunur. Mühendisler, tasarımlarında sürdürülebilir kullanımın artırılmasını sağlamak amacıyla doğadan ilham almışlardır. Söz konusu tasarımlar, ekonomik verimlilik ve çevresel sürdürülebilirlik gibi küresel ölçekte önem taşıyan sorunlara yenilikçi çözümler sunmaktadır. Sürdürülebilir biyomimikri tasarımlarının katkıları; doğa ve çevrenin korunmasına katkı sağlama, ekosistem temelli öğrenme yoluyla doğadan etkin biçimde yararlanma, doğal sistemler ve işleyiş prensipleri hakkında bilgi edinme ve bireylere çözüm odaklı, iş birliğine dayalı bir bakış açısı kazandırma biçiminde özetlenebilir (İleritürk, 2016).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu kısımda araştırmanın modeli, çalışma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve araştırmada elde edilen verilerin toplanması ve analizi hakkında bilgi verilmektedir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlara etkisinin incelenmesi amacıyla açıklayıcı sıralı karma araştırmalar deseni kullanılmıştır. Karma yöntem, bir araştırmada nicel ve nitel veri toplama ile analiz yöntemlerinin aynı anda ya da birbiri ardına devam eden süreçte kullanılarak sonuçlarının güçlü bir şekilde yorumlandığı ve çeşitli yöntemler kullanarak olayların bir çerçeve halinde bütüncül olarak sentezlenip bir araya getirildiği yöntemdir (Johnson ve Turner (2003). Açıklayıcı sıralı karma araştırma deseni, araştırmanın ilk aşamasında nicel verilerin toplanıp analiz edildikten sonra elde edilen veriler doğrultusunda nitel çalışmaların yapıldığı, nicel analiz sonuçlarının derinlemesine incelenerek nedenlerin ortaya konulduğu ve nihayetinde araştırmanın genel sonuçlarına güçlü bir çıkarım yapılmasını sağlayan bir araştırma desenidir (Creswell ve Clark, 2007; Creswell, 2014). Bu kapsamda araştırmanın nicel kısmında yarı deneysel desenlerden tek grup ön test son test modeli kullanılırken nitel kısmında ise öğrencilerin görüşlerinin ortaya konması amacıyla feneomenoloji (olgu bilim) deseni kullanılmıştır. Tek grup ön test son test aynı grubun iki farklı ölçmedeki puanlarını kıyaslamak amacıyla kullanılmaktadır (Pallant, 2001). Fenomenolojik desen ise genel olarak bireylerin iç dünyasına yönelik bilinç yapılarını tespit etmek ve ortaya çıkarmak için kullanılan bir desendir (Mayring, 2000). Biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarını detaylı bir şekilde belirtmelerini sağlamak amacıyla bu yöntem tercih edilmiştir.

3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın örnekleme, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı Bitlis Güroymak ilçesinde yer alan bir ortaokulda 8. sınıfta öğrenim gören 14 kız ve 12 erkek olmak üzere toplam 26 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde uygun örnekleme tekniği tercih

edilmiştir. Uygun örnekleme, zaman, maliyet ve iş gücü gibi kısıtlamalar nedeniyle, örneklemin evrenden erişimi kolay ve uygulama yapılabilir alanlardan seçilmesi olarak tanımlanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada araştırmacının uygulamaları bizzat yapabilmesi ve kolay erişilebilir olması amacıyla öğretmenlik yaptığı okulda öğrenim gören öğrenciler seçilmiştir.

3.3 Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada nicel verilerin toplanmasında “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği” ve “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” kullanılmıştır.

Nitel verilerin toplanmasında uzman görüşü alınarak hazırlanmış olan mülakat soruları yer almaktadır.

3.3.1. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği (FMGDÖ)

Özlülecı ve Kayacan (2023) tarafından geliştirilen Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği içeriği incelendiğinde araştırma sorusu için uygun bulunmuştur. Araştırmada kullanılacak ifadeler “fen becerileri”, “mühendislik becerileri” ve “girişimcilik becerileri” olmak üzere üç başlıkta oluşturulmuştur. Öğretim programı çerçevesinde bu beceri alanlarının anlam bütünlüğünü ve içeriğini bozmayacak şekilde 5’li likert tipi olacak şekilde taslak ölçek bulunmaktadır. Ölçeğin 20 maddesine yönelik güvenilirlik analizi kapsamında Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı verilmiştir. “Girişimcilikte pazarlama” alt boyutuna ait iç tutarlılık katsayısı .767, “günlük yaşamda fen bilimleri” alt boyutu için .669, “mühendislikte taslak geliştirme” alt boyutu için .729, “fen bilimlerinde mühendislik uygulamaları” alt boyutu için .736 ve “fen bilimlerinde ürün geliştirme süreci” alt boyutu için ise .953 olarak bulunmuştur. Ölçeğin tamamı için hesaplanan Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı .745 olarak ifade edilmiştir. Genel olarak, .70 ve üzerindeki güvenilirlik katsayıları geliştirilen yapının güvenilir olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2018). Bu bağlamda elde edilen sonuçlar, fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerini değerlendirmeye yönelik ölçeğin güvenilir bir ölçme aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Ölçek eklerde verilmiştir.(EK-1)

3.3.2. Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği (SÇTÖ)

Araştırmada, biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla, geçerlik ve güvenilirlik

çalışmaları Yıldız (2011) tarafından yapılmış olan, dört faktörden oluşan ve 23 tutum ifadesi içeren “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” kullanılmıştır.

Yıldız (2011) tarafından yapılan çalışmada, ölçeğin genel Cronbach α katsayısı 0,89 olarak belirlenmiştir. Alt boyutlara ait Cronbach α değerleri ise şu şekildedir: ÇKK (Çöp Kutusunun Kullanımı) 0,80; CYT (Canlılara Yönelik Tehditler) 0,76; ÇSYE (Çevre Sorunlarına Yönelik Endişe) 0,71; ÇKYD (Çevrenin Korunmasına Yönelik Destek) 0,67. Bu araştırmada ise, ölçeğin genel Cronbach α katsayısı 0,678 olarak bulunmuştur. Alt boyutlara ilişkin Cronbach α katsayıları ise ÇKK için 0,785; CYT için 0,812; ÇSYE için 0,773 ve ÇKYD için 0,895 olarak hesaplanmıştır.

Ölçek uygulanmadan önce öğrencilere, yapacakları işaretlemelerde doğru ya da yanlış bir seçeneğin olmadığı, her bir maddenin kendi görüş ve düşüncelerini dürüstçe yansıtmaları gerektiği açıklanmıştır. Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği (SÇTÖ), tüm maddeleri 5’li Likert tipi yanıt formatında hazırlanmış bir ölçme aracıdır. SÇTÖ, 5’li Likert tipi derecelendirme ölçeğine göre yapılandırılmıştır. Ölçekteki seçenekler ve puanlamaları şu şekildedir:

- Kesinlikle katılmıyorum (1 puan)
- Çoğunlukla katılmıyorum (2 puan)
- Kararsızım (3 puan)
- Çoğunlukla katılıyorum (4 puan)
- Kesinlikle katılıyorum (5 puan)

Her madde, çevreci tutumu yansıtma düzeyine göre puanlandırılmıştır; en çevreci yanıt 5 puan, en az çevreci yanıt ise 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği, uygulama öncesinde ön test, uygulama sonrasında ise son test olarak kullanılmıştır. Ölçek eklerde verilmiştir. (EK-5)

3.3.3.Görüşme Soruları

Nitel araştırmalarda sık tercih edilen temel veri toplama araçlarından bir tanesi de görüşme yöntemidir. Çalışmalarda kişilerin düşünceleri, söylemleri, tepkileri, tutumları test ve anketlerde doğrudan tespit edilmesi güçtür. Bu duyguların ortaya çıkmasını sağlayacak yöntemlerden biri de görüşmedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013).Görüşmede veriler toplanırken görüşmenin özelliğine göre farklılık gösterebilir. Bunlar yapılandırılmış, yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış, etnografik ve odak grup görüşmeleri olarak isimlendirilir (Büyüköztürk 2010). Bu araştırmada biyomimikri

uygulamalarının öğrencilerin fen, mühendislik, girişimcilik becerilerini ve sürdürülebilir çevreye olan tutumlarının etkisine ilişkin görüşlerini derinlemesine ortaya koyabilmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi tercih edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmenin tercih edilme nedeni, araştırmacının görüşme öncesinde konuya ilişkin soruları hazırlayarak sürece planlı bir şekilde katılabilmesi ve görüşme sırasında katılımcıların verdiği yanıtlara bağlı olarak ek sorularla yönlendirme yaparak daha derinlemesine bilgi toplayabilmesidir. Öğrenci görüşleri çalışmanın olumlu yanlarının ve eksikliklerin fark edilmesinde araştırmacıya yardımcı olması açısından önemli yere sahiptir. Görüşme yönteminde araştırmacının belirli sırayla hazırlanmış olduğu sorular katılımcılara aynı düzen içinde sorulur. Bu yöntemin en büyük avantajı öznelliğini ve görüşmeci taraflılığını minimuma indirmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Araştırma soruları araştırmacı tarafından literatür taraması yapılmasının ardından hazırlanmıştır. Araştırma sorularının güvenilirlik ve geçerliliğini artırmak amacıyla fen eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesi tarafından incelenmiş bazı eklemeler ve çıkartmalar yapılarak soru sayısı 11 olacak şekilde düzenleme yapılmıştır. Araştırmada görüşmeler gönüllü 9 öğrenci ile birebir ve yüz yüze yapılmıştır. Diğer öğrenciler görüşmelere çekindikleri için katılmak istemediklerini belirtmiştir. Konuşmanın özgünlüğünün ve akışının korunması amacıyla, görüşmelerde çoğunlukla ses kayıt cihazı tercih edilir (Çepni, 2012). Görüşmelere katılan öğrencilerin verdikleri cevaplar ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde daha sağlıklı veriler toplamak için okulda boş bir sınıfta öğrencilerle birebir görüşmeler yapılmıştır. Her biri yaklaşık üç dakika sürmüştür. Görüşme sorularına eklerde yer verilmiştir. (EK-6)

3.4. Verilerin Toplanması

3.4.1. Uygulama Süreci

Uygulamalara 2024-2025 eğitim-öğretim yılı güz döneminde başlanmıştır. Uygulama süreci 8 hafta sürmüş olup toplam 32 ders saatinde 2024-2025 eğitim öğretim yılı içerisinde uygulanmıştır. Veri toplama süreci ve uygulama aşamaları aşağıda sıralanmıştır:

- Araştırmanın deneysel süreci ile ölçme araçlarının uygulanabilmesi için Bitlis İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinlerin (EK-3) alınması
- Öğrencilerle çalışmak için Veli Onay Formlarının imzalatılması (EK-2)

- Öğrencilerle uygulamalara başlanması

Tablo 3. 1 Biyomimikri uygulama süreci

Veri	Aşamaları
Toplama	
Süreci	
1.Hafta	Öğrencilere “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği” ve “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” ön-testlerinin uygulanması
2. Hafta	Biyomimikri, mühendislik tasarım süreci, girişimcilik ve sürdürülebilir çevre konuları hakkında öğrencilere bilgiler verilmesi
3.Hafta	Uygulama 1: “Adaptasyonun Biyomimikriye Yansıma Çalışmaları” etkinliği yapılması
4.Hafta	Uygulama 2: “Basıncın Biyomimikriye Etkisi” etkinliğinin gerçekleştirilmesi
5.Hafta	Uygulama 3: “Enerji Tasarrufunda Biyomimikrinin Önemi” etkinliğinin gerçekleştirilmesi
6.Hafta	Uygulama 4:“ Sürdürülebilir Çevre ve Biyomimikri İlişkisi” etkinliğinin yapılması
7. Hafta	Öğrencilere “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği” ve “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” son-testlerinin uygulanması
8. Hafta	Öğrencilerle görüşme yapılması

1. Hafta

Öğrencilere “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği” ve “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” ön-testlerinin uygulandı.

2. Hafta

Daha önce bilmedikleri biyomimikri mühendislik tasarım süreci, girişimcilik ve sürdürülebilir çevre konuları hakkında öğrencilere bilgiler verildi. Biyomimikrinin uygulama alanlarına değinildi. Mühendislik tasarım süreci basamakları öğrencilere öğretildi. Girişimcilik becerisinin nasıl geliştirilmesi üzerine değinildi. Sürdürülebilir çevre vurgusu yapıp örneklerle desteklendi. (Uygulama etkinlik sayfaları EK-8’de verilmiştir).Tüm uygulamalarda

öğrencilerin dikkat ettikleri mühendislik tasarım süreci basamakları aşağıda verilmiştir;

Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

- **Problemin belirlenmesi** (Tasarım süreci, çözülmesi gereken problemin ya da karşılanması gereken ihtiyacın açıkça tanımlanmasıyla başlar.)
- **Araştırma ve Bilgi Toplama** (Probleme ilgili mevcut bilgiler, benzer çözümler, kullanıcı ihtiyaçları ve teknik veriler araştırılır)
- **Olası Çözüm Yollarının Geliştirilmesi (Beyin Fırtınası)** (Farklı fikirler ve çözüm önerileri üretilir. Yaratıcılık ön plandadır, henüz eleme yapılmaz.)
- **Tasarımın Planlanması ve Çizimi** (Seçilen çözümün teknik çizimleri yapılır, malzemeler belirlenir ve üretim planı hazırlanır.)
- **Model veya Prototipin Oluşturulması** (Tasarımın küçük ölçekli bir modeli ya da ilk örneği (prototip) yapılır.)
- **Test Etme ve Değerlendirme** (Prototip test edilir, eksiklikler veya hatalar belirlenir. Gerekirse geri dönülerek tasarımda iyileştirmeler yapılır.)
- **Sonuçların Paylaşılması veya Uygulama** (Başarılı tasarım nihai ürün hâline getirilir ve paylaşılır ya da uygulanır.)

3. Hafta

“Adaptasyonun Biyomimikriye Yansıma Çalışmaları” etkinliği yapıldı. Uygulamanın ilk etkinliğinde öğrencilere problem durumu verildi. Öğrencilerden havacılık endüstrisinde kullanılan insansız hava araçlarının (İHA) performansını artıracak bir hava aracı tasarımları istendi. Sonrasında öğrencilere süre verilerek bilgi toplamaları ve çözüm önerisi sunmaları istendi. Araştırma yaparken yusufoçuk böceğinin uçuş prensibi ile ilgili araştırmalar yapıldı. Bu aşamada biyomimikri örneklerinden yararlandı. Araştırmalar sonucunda elde ettikleri bilgilerden yararlanarak yapacakları tasarımın çizimi yapıldı. Tasarımın prototipi yapıldıktan sonra geri dönüştürülebilir ve maliyeti düşük malzemeler kullanarak helikopter tasarımına geçildi. Yusufoçuk böceğinin kanat yapısından örnek alınarak ürün geliştirildi.

4. Hafta

“Basıncın Biyomimikriye Etkisi” etkinliği yapıldı. Uygulamanın ikinci etkinliğinde önce öğrencilere problem durumu verildi. Öğrencilerden depreme dayanıklı sağlam ev tasarlanması istendi. Sonrasında öğrencilere süre verilerek bilgi

toplamaları ve çözüm önerisi sunmaları istendi. Araştırma yaparken canlıların çevreye gösterdiği durumun basıncı nasıl azalttığıyla ilgili araştırmalar yapıldı. Bu aşamada biyomimikri örneklerinden yararlanıldı. Araştırmalar sonucunda elde ettikleri bilgilerden yararlanarak yapacakları tasarımın çizimi yapıldı. Tasarımın prototipi yapıldıktan sonra geri dönüştürülebilir ve maliyeti düşük malzemeler kullanarak ev tasarımına geçildi. Biyomimikrinin canlıların yuva yapımından esinlenerek ev tasarımı yapıldı. Ev yapıldıktan sonra sınıftaki kitap çanta vs. malzemelerden yararlanarak evin sağlamlığı test edildi. Sarsıntı sırasında eşyaların düşmemesi yapılan uygulamanın sağlamlığı hakkında güvenilir bilgi verdi.

5. Hafta

“Enerji Tasarrufunda Biyomimikrinin Önemi” etkinliği yapıldı. Uygulamanın üçüncü etkinliğinde öğrencilere duşta çok fazla su israfı olduğu ve sonrasında bu israfını önlemeye yönelik bir duş başlığı tasarımları istendi. Sonrasında öğrencilere süre verilerek bilgi toplamaları ve çözüm önerisi sunmaları istendi. Araştırma yaparken ayçiçeğinin çekirdek diziliminden esinlenerek yüzeye eşit oranda su göndererek tasarruf yapılabileceği ile ilgili bilgi toplandı. Araştırmalar sonucunda elde ettikleri bilgilerden yararlanarak yapacakları tasarımın çizimi yapıldı. Tasarımın prototipi yapıldıktan sonra geri dönüştürülebilir ve maliyeti düşük malzemeler kullanarak duş başlığı tasarımına geçildi. Tasarım sonucunda öğrencilerin benzer araştırma yaptıkları ve sonucuna benzer ürünler ortaya çıkardıkları gözlemlendi.

6. Hafta

“Sürdürülebilir Çevre ve Biyomimikri İlişkisi” etkinliği yapıldı. Uygulamanın son etkinliğinde öğrencilerden lotus bitkisinden esinlenerek su geçirmez yüzey tasarımları istendi. Önce su geçirmez yüzey hakkında bilgi toplandı. Su tutmaz yüzey için alternatif malzeme olan mum ile kitap ve kalemlerin üzerine sürüldü. Daha sonra saç kurutma makinesi ile mumun yüzeyde erimesi sağlandı. Sınıfa getirilen suyun mum eritilmiş yüzeye dökülerek yüzeyin ıslanmadığı böylelikle su tutmaz yüzeyler geliştirerek kirlenmenin önlenmesi ve böylelikle daha az su kullanımı ile daha uzun süre malzeme kullanımı sağlanmış oldu.

7. Hafta

Öğrencilere “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği” ve “Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği” son-testlerinin uygulandı.

8. Hafta

Uzman görüşü alınarak hazırlanmış olan 11 soruluk görüşme soruları 9 öğrenciye sessiz bir sınıf ortamında uygulandı. Görüşmeler öğrencilerle birebir ve tek tek görüşülerek gerçekleştirildi. Her görüşme ortalama üç dakika sürdü.

3.5 Verilerin Analizi

Araştırmada nicel verilerin analizinde öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılarak parametrik ya da non-parametrik testlerden hangisinin kullanılacağına karar verilmiştir. Nitel verilerin analizi için ise içerik analizi kullanılmıştır. Bu başlık altında nicel verilerin ve nitel verilerin analizleri ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

3.5.1 Nicel Verilerin Analizi

Bu araştırma nicel veri analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Nicel verilerin analizlerine başlamadan önce elde edilen verilerin normal dağılıp gösterip göstermediği test edilmiştir. Böylece parametrik ya da parametrik olmayan testlerden hangisinin kullanılacağına karar verilmiştir. Yapılan normallik testlerinde verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmaya katılan ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin SÇTÖ ve FMGBDÖ ön-test ile son-test puanlarında anlamlı düzeyde fark olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımlı örneklem t-testi analizi kullanılmıştır. Araştırmada aynı gruba ön-test son-test uygulandığı için bağımlı örneklem ile ifade edilmektedir. Bu çalışmada, bağımlı iki örneklem grubunun ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımlı örneklem için t-testi uygun bulunmuştur (Büyüköztürk, 2010).

Tablo 3. 2 Ölçeklerin Normallik Testi ve Çarpıklık-Basıklık Değerleri

	Skewness (Çarpıklık)	Kurtosis (Basıklık)
FMGÖ Ön-test	-,528	-,562
FMGÖ Son-test	,226	-1,029
SÇTÖ Ön-test	-1,022	,323
SÇTÖ Son-test	-,454	-1,025

Tablo 3.2' de araştırmadan elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine yönelik Skewness (çarpıklık) ve Kurtosis (basıklık) değerleri sunulmuştur. Ölçeklerde Skewness ve Kurtosis katsayılarının +1,5 ile -1,5 değerleri aralığında olduğundan

verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Verilerin normal dağılıma sahip olduğunu göstermek için ölçeklerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1,5 ile +1,5 değerleri arasında olması gerekmektedir. Bu nedenle araştırmada bağımlı örneklem t-testlerinin uygulanmasına karar verilmiştir (Tabaschnick ve Fidell, 2007).

3.5.2 Nitel Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında içerik analizi yöntemi nitel verilerin analizinde kullanılmıştır. İçerik analizinin temel amacı, elde edilen verileri anlamlandırarak kavramları ortaya çıkarmaktır. Bu doğrultuda, verilerin önce kavramsallaştırılması, ardından bu kavramların sistemli bir biçimde düzenlenerek temaların belirlenmesi hedeflenmektedir (Merriam 2013). Kodlamayı temel alan içerik analizi araştırmanın nitel verilerinin çözümlenmesinde kullanılmıştır. Bu kodlama araştırmanın temelini oluşturan bir kavramsal çerçeve ya da kuramın olduğu durumlarda uygulanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Başlangıçta toplamda 15 soru hazırlanmış, güvenilirliği arttırmak için soru havuzundan 11 soru seçilmiştir. Sonrasında kodlar oluşturulurken görüşmedeki 11 soru dikkate alınmıştır. Sorular hazırlanırken uzman görüşü alınıp düzeltmeler yapılmıştır. Güvenirliliği artırmak amacıyla sorular araştırmacı ve bir uzman tarafından bağımsız incelenmiş daha sonra benzer ve farklılıklarına göre düzenlenmiştir. Fikir birliğine varıncaya kadar düzenlemeler devam etmiştir. Araştırmacı görüşmeden elde ettiği verileri analiz ederken aşağıdaki aşamaları takip etmiştir;

1. Güvenirlilik açısından öğrencilere takma isim verilerek nitel analiz yapılmaya başlanmıştır.
2. Görüşme yapılırken gönüllü 4 erkek 5 kız olmak üzere toplam 9 öğrenci seçilmiştir
3. Öncelikle elde edilen ses kayıtları dinlenerek veriler yazıya dökülmüştür.
4. Elde edilen yazılı metinler araştırmacı ve 1 uzman tarafından incelenerek kodlamalar yapılmıştır.
5. Araştırmacı ve uzman tarafından gerçekleştirilen kodlamalar, benzerlik ve farklılıkları doğrultusunda analiz edilerek ilgili kategori ve temalar altında sınıflandırılmıştır.
6. Karşılaştırma sonucunda fikir ayrılığı ve fikir birliği olan kod ve kategoriler tartışılmıştır.
7. Kod ve kategoriye ilişkin fikir birliğine varıncaya kadar tartışma sürdürülmüştür
8. Son olarak temalara ilişkin öğrenci görüşlerinden doğrudan alıntılar verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan bulgular ve bunların istatistiksel analizleri sunulmuştur. Bulgular alt problemlerin sırası dikkate alınarak yorumlanmıştır.

4.1 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği ile İlgili Bulgular

Tablo 4.1’de öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri değerlendirme ölçeğine verdiği yanıtlardan elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 4. 1 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerilerinin Ön test ve Son test Bağımlı gruplar T testi bulgular

		N	X	SS	SD	t	p
FMGBT	Ön-test	26	3,5442	,40800	,68579	-2,130	,043
	Son-test	26	3,8308	,43820			

$p < .05$

Öğrencilerin Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri değerlendirme ölçeği ön test ve son test verilerinden elde edilen bağımlı gruplar t-testi analizi sonucunda son test lehine anlamlı fark bulunmuştur ($t_{(25)} = -2,130$; $p < .05$). Bu bulguya göre biyomimikri uygulamaları ortaokul öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerini olumlu yönde etkilemiştir.

4.1.1 Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği ile İlgili Bulgular

Tablo 4. 2 Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeğinin Ön test ve Son test Bağımlı gruplar T testi bulgular

		N	X	SS	SD	t	p
SÇTÖ	Ön-test	26	3,9615	,58930	,62877	-,515	,611
	Son-test	26	4,0251	,51798			

$p > .05$

Öğrencilerin Sürdürülebilir Çevre ve Tutum ön test ve son test verilerinden elde edilen bağımlı gruplar t-testi analizi sonucunda lehine anlamlı fark bulunamamıştır. ($t_{(25)} = ,515$, $p > .05$). Bu bulguya göre biyomimikri uygulamaları ortaokul öğrencilerin sürdürülebilir çevre ve tutum becerilerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilememiştir.

4.2 Nitel Analize Yönelik Bulgular

Araştırmaya katılan ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilerin Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri İle Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumları üzerindeki etkilerine dair görüşler ele alınmıştır.

Görüşme sorularında elde edilen bulgular tablolar halinde sunulmuştur.

Araştırmanın birinci sorusu “Biyomimikri kavramını nasıl tanımlarsınız? Biyomimikri uygulamaları ile ilgili örnekler verebilir misiniz?” olarak ifade edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular Tablo 4.3 aracılığıyla gösterilmiştir.

Tablo 4. 3 Biyomimikri kavramının tanımlanmasına ilişkin yorumlar

Kategori	Kod	Frekans
Biyomimikri Tanımı	Doğadan esinlenme	Ahmet, Mehmet, Merve
	Doğadan ilham alma	Ayşe, Fatma, Elif, Ezgi
	Taklit etme	Bekir, Can
	Yeni icat yapımı	Ahmet, Mehmet, Bekir, Can, Fatma, Merve, Ezgi
	Proje tasarımı	Ayşe, Elif
Biyomimikri Örnekleri	Yusufoçuk böceğinden helikopter	Bekir, Can, Merve, Ezgi
	Ayçiçeğinden duş başlığı	Mehmet,
	Yalıçapkını kuşu ve tren yapımı	Ayşe, Elif
	Lotus bitkisi su geçirmez yüzey	Ahmet, Mehmet
	Yarasadan radar yapımı	Fatma

Tablo 4.3’te görüldüğü üzere araştırmanın birinci sorusuna yönelik “*Biyomimikri Tanımı (f=9)*” ve “*Biyomimikri Örnekleri (f=9)*” şeklinde iki kategorinin oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde Biyomimikri Tanımı kategorisi altında “*Doğadan esinlenme (f=3)*”, “*Doğadan ilham alma (f=4)*”, “*Yeni icat yapımı (f=7)*”,

“ Taklit etme ($f = 2$)” ve “ Proje tasarımı ($f = 2$)” olmak üzere 5 adet kod olduğu belirlenmiştir.

Biyomimikri Örnekleri kategorisi incelendiğinde ise bu kategori altında “Yusuşçuk böceğinden helikopter ($f = 4$)”, “Ayçiçeğinden duş başlığı ($f = 1$)”, “Yalıçapkını kuşu ve tren yapımı ($f = 2$)” , “ Lotus bitkisi su geçirmez yüzey ($f = 2$)” ve “Yarasadan radar yapımı($f = 1$)” olmak üzere 5 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Mehmet: Biyomimikri doğadan esinlenerek yapılan icatlardır. Örnek olarak lotus bitkisinden esinlenerek yapılan su geçirmez yüzeyler ya da ayçiçeğinden esinlenerek yapılan duş başlığını örnek verebilirim.

Fatma: Biyomimikri doğadan ilham alarak yaptığımız icatlardır. Örnek yarasadan radar yapımı diyebilirim.

Bekir: Biyomimikri doğayı taklit ederek insanların yaptığı icatlardır. Örnek olarak ise yusuşçuk böceğini diyebilirim.

Araştırmanın ikinci sorusu “ Biyomimikri uygulamalarının sizlere sağladığı faydalar nelerdir?” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. 4 Biyomimikri uygulamalarının faydaları ile ilgili bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Biyomimikri Uygulamalarının Sağladığı Faydalar	Doğadan esinlenerek çözüm üretme	Mehmet, Can, Ayşe, Fatma, Merve, Ezgi
	Bilgi verme	Elif
	Yeni icat yapımı	Bekir
	Çevre dostu	Ahmet

Tablo 4.4’te görüldüğü üzere araştırmanın ikinci sorusuna yönelik “*Biyomimikri uygulamalarının faydaları ($f = 9$)*” kategorisinin oluştuğı belirlenmiştir. Kategoriler incelendiğinde Biyomimikri uygulamalarının sağladığı faydalar kategorisi altında “*Doğadan esinlenerek çözüm üretme ($f = 6$)*”, “*Bilgi verme ($f = 1$)*”, “*Yeni icat yapımı*

($f=1$)” ve “Çevre dostu ($f=1$)” olmak üzere 4 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Ahmet: Yaptığımız uygulamaların çoğu çevre dostuydu ve çevreye fayda sağladığını düşünüyorum.

Ezgi: Çevreye olan bakış açımı değiştirdi aslında ihtiyaçlarımızın cevaplarını etrafi incelediğimizde doğada olduğunu öğrendim.

Bekir: Artık çevreye baktığımda yeni nasıl bir icat yaparım diye düşünüyorum.

Araştırmanın üçüncü sorusu “Biyomimikri uygulamaları sırasında en çok keyif aldığınız veya sizi en çok zorlayan kısımlar nelerdi?” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.5’te gösterilmiştir.

Tablo 4.5 Biyomimikri uygulamaları ve öğrenci üzerinde etkisi ile ilgili dağılımı

Kategori	Kod	Frekans
Keyif alınan uygulamalar	Yusuçuk böceğinden helikopter yapımı	Ahmet, Can
	Depreme dayanıklı ev yapımı	Mehmet, Bekir, Fatma
	Su geçirmez yüzey yapımı	Ayşe, Elif, Merve, Ezgi
Zorlayan Uygulamalar	Helikopter tasarımı	Ahmet, Bekir, Can, Ayşe, Fatma, Elif, Merve, Ezgi
	Ev Tasarımı	Mehmet,

Tablo 4.5’te görüldüğü üzere araştırmanın üçüncü sorusuna yönelik biyomimikri uygulamalarında “*Keyif alınan uygulamalar ($f=9$)*” ve “*Zorlayan uygulamalar ($f=9$)*” olmak üzere 2 adet kategoriden oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde Biyomimikri uygulamalarında keyif alınan kısımlar kategorisi altında “*Yusuçuk böceğinden helikopter yapımı ($f=2$)*”, “*Depreme dayanıklı ev yapımı ($f=3$)*” ve “*Su geçirmez yüzey yapımı ($f=4$)*” olmak üzere 3 adet kod olduğu belirlenmiştir. Biyomimikri uygulamalarında zorlayan uygulamalar kategorisi incelendiğinde ise bu kategori altında “*Helikopter tasarımı ($f=8$)*” ve “*Ev Tasarımı ($f=1$)*” olmak üzere 2 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Can: En keyif aldığım kısım yusuçuk böceğinden helikopter yapımıydı, en zorlandığım ise helikopterin tasarımında zorlandım.

Merve: En keyif aldığım lotus bitkisinden yararlanarak su geçirmez yüzey yapımıydı, en zorlandığım ise yusufçuk böceğinden helikopterin tasarımında zorlandım.

Ayşe: En keyif aldığım kısım su geçirmez yüzey yapımıydı en zorlandığım kısım ise helikopter tasarımı yapım aşamasında sıkıntı yaşadım.

Araştırmanın dördüncü sorusu “Biyomimikri uygulamalarında ürünlerinizin tasarım sürecinde karşılaştığınız problemleri çözmek için fen derslerinde öğrendiğiniz bilgileri kullandınız mı?” Evet ise hangi bilgileri kullandınız? olarak ifade edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular Tablo 4.6 aracılığıyla gösterilmiştir.

Tablo 4. 6 Biyomimikri ve Fen Bilgisi Kullanımına yönelik bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Evet	Basınç	Ahmet, Mehmet, Bekir, Can, Ayşe, Merve, Elif, Ezgi
	Adaptasyon	Mehmet, Fatma, Merve

Tablo 4.6’da görüldüğü üzere araştırmanın dördüncü sorusuna yönelik “*Evet (f=9.)*” kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde Evet kategorisi altında “*Basınç (f=8)*” ve “*Adaptasyon (f=3)*” olmak üzere 2 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Bekir: Evet, fen dersinde öğrendiğimiz basınç konusunda yüzey alanını artırarak basıncı azaltıp depreme dayanıklı ev yaptık.

Fatma: Evet, derste öğrendiğimiz adaptasyon konusundan yararlanarak helikopter yaptık.

Araştırmanın beşinci sorusu “Bu uygulamalar sırasında fen bilgisiyle (konuları) ilgili yeni şeyler öğrendiğinizi düşünüyor musunuz? Neden? Örnekler verebilir misiniz?” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 Biyomimikri ve Yeni Fen Bilgisi Öğrenimine yönelik ile ilgili dağılımı

Kategori	Kod	Frekans
Evet	Su geçirmez yüzey	Ahmet, Merve, Ezgi
	Helikopter çalışma prensibi	Mehmet,
	Yüzey gerilimi	Bekir, Ezgi, Can, Ayşe, Fatma, Elif

Tablo 4.7’de görüldüğü üzere araştırmanın beşinci sorusuna yönelik “*Evet(f=9.)*” kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde Evet kategorisi altında “*“Su geçirmez yüzey (f=3), “Helikopter çalışma prensibi (f=1)” ve “Yüzey gerilimi (f=6)”* olmak üzere 3 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Bekir: Evet, yüzey geriliminin fenle ilgisini bilmiyordum. Öğrenmiş oldum.

Ezgi: Evet, su geçirmez yüzey ve yüzey gerilimini ilk kez duyuyorum yeni öğrendim.

Mehmet: Evet. Helikopterin çalışma prensibinin yusuçuk böceğinden esinlendiğini bilmiyordum.

Araştırmanın altıncı sorusu “Daha önce mühendislik becerileri veya tasarım süreci hakkında ne kadar bilgi sahibiydiniz? Bu uygulamalar sürecinde mühendislik ve tasarım süreci hakkında neler öğrendiniz?” olarak ifade edilmiştir. Elde bulgular Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8 Biyomimikri ve Mühendislik Becerileri ile ilgili bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Fikrim yok	Görüş belirtilmemiş	Ahmet, Mehmet, Bekir, Can, Ayşe, Fatma, Merve, Elif, Ezgi
Mühendislik Tasarım Aşamaları	Ürün tasarımı	Ahmet, Bekir, Fatma, Can, Ezgi
	Problem belirleme	Ahmet, Fatma, Ayşe
	Prototip çizim	Ahmet, Mehmet, Merve, Elif

Tablo 4.8’de görüldüğü üzere araştırmanın altıncı sorusuna yönelik “*Fikrim yok(f=9)*” ve “*Mühendislik tasarım aşamaları (f=12)*” olmak üzere iki kategoriden oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde fikrim yok kategorisi altında “*Görüş belirtilmemiş (f=9)*” olarak bir kod olduğu belirlenmiştir.

Mühendislik tasarım aşamaları kategorisi incelendiğinde ise bu kategori altında “*Ürün tasarımı (f=5)*”, “*Problem belirleme (f=3)*” ve “*Prototip çizim (f=4)*” olmak üzere 3 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Ahmet: Daha önce hiç fikrim yoktu. Mühendislik tasarım sürecini öğrendik. Önce problemi belirledik sonra tasarladık sonra prototip çizimini yaptık ve ürünü tasarladık.

Mehmet: Pek bilgi sahibi değildim. Proje sayesinde prototipi daha iyi çizmeyi öğrendim ve tasarım sürecindeki basamakların yapım aşamasını öğrendim.

Fatma: Hiç fikrim yoktu. Mühendislik tasarım aşamalarını öğrendim ürün tasarımının nasıl yapılması gerektiğini ve taslak çizimlerini öğrendim.

Araştırmanın yedinci sorusu “Bu süreçte bir ürün veya çözüm geliştirirken girişimcilik ile ilgili hangi becerileri kazandığınızı düşünüyorsunuz?” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.9’da gösterilmiştir.

Tablo 4. 9 Girişimcilik becerilerinin gelişmesine yönelik bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Girişimcilik becerileri	Ürün tanıtımı	Mehmet
	İletişim becerileri	Bekir, Ayşe, Fatma, Merve, Ezgi, Elif
	Pazarlama Yöntemleri	Bekir, Can, Ayşe, Fatma, Merve, Mehmet

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere araştırmanın yedinci sorusuna yönelik “*Girişimcilik becerileri (f=13)*” kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Kategori incelendiğinde Girişimcilik becerileri kategorisi altında “*Ürün tanıtımı (f=1)*”, “*İletişim becerileri (f=6)*” ve “*Pazarlama yöntemleri (f=6)*” olmak üzere 3 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Bekir: Bununla ilgili pazarlama yöntemlerini öğrendim girişimcilikte iletişim becerisinin önemli olduğunu öğrendim.

Elif: Ürünü nasıl pazarlamam gerektiğini öğrendim. Pazarlama sürecinde ise iletişim becerisinin önemini öğrendim.

Mehmet: Pazarlama yöntemlerini öğrendim bir proje yaparken kime nasıl ürünü tanıtıp pazarlamam gerektiğini öğrendim.

Araştırmanın sekizinci sorusu “Biyomimikri uygulamalarında yaptığınız tasarımınızı başka insanlara pazarlamak için neler yaptınız? Örnekler veriniz. Tasarımınızın kullanılması konusunda insanları ikna etmek için neler yaptınız?” olarak ifade edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular Tablo 4.10 aracılığıyla gösterilmiştir.

Tablo 4. 10 Pazarlama yöntemleri ve ikna etmeye yönelik bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Pazarlama	Sosyal medya	Ahmet, Mehmet, Bekir, Can, Ayşe, Fatma, Elif, Merve, Ezgi
	Afiş	Bekir, Can, Ezgi
	TV reklamları	Mehmet, Can, Ayşe, Fatma
İkna etme yöntemleri	Dayanıklılık vurgusu	Ahmet, Ayşe, Fatma
	Pozitif yönleri vurgulama	Ahmet, Mehmet, Bekir, Can, Elif, Merve, Ezgi

Tablo 4.10’da görüldüğü üzere araştırmanın sekizinci sorusuna yönelik “*Pazarlama (f=16)*” ve “*İkna etme yöntemleri (f=10)*” olmak üzere 2 adet kategoriden oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde Pazarlama kategorisi altında “*Sosyal medya (f=9)*”, “*Afiş (f=3)*”ve “*TV reklamları (f=4)*” olmak üzere 3 adet kod olduğu belirlenmiştir.

İkna etme yöntemleri kategorisi altında “*Dayanıklılık vurgusu (f=3)*”ve “*Pozitif yönleri vurgulama (f=7)*” olmak üzere 2 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Ezgi: Sosyal medyadan yaralandık. Afiş astık. İnsanlara ürünü tanıtırken olumlu özelliklerinden bahsettim.

Ahmet: Sosyal medya ağlarını kullandık. İkna etmek için ürünün sağlam ve dayanıklı olduğundan bahsederdim, ürünün pozitif yönlerinden bahsederim.

Merve: Sosyal medyada tanıttım. Mesela su geçirmez yüzeyi muhatabına olumlu özellikleriyle tanıttım.

Araştırmanın dokuzuncu sorusu “Biyomimikri uygulamalarında elde ettiğiniz tasarımlarınızın çevre üzerindeki etkilerini düşündünüz mü? Bu ürünlerin çevreye etkileri (olumlu –olumsuz) neler olabilir?” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.11’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 11 Biyomimikri ve Çevresel etkiler ile ilgili bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Çevresel Etkiler	Su tasarrufu	Ahmet, Mehmet, Can, Ayşe, Fatma, Merve, Bekir, Ezgi
	Su geçirmez yüzey	Elif,

Tablo 4.11’de görüldüğü üzere araştırmanın dokuzuncu sorusuna yönelik “Çevresel etkiler ($f=9$)” kategorisi oluştuğu görülmektedir. Kategori incelendiğinde çevresel etkiler kategorisi altında “Su tasarrufu ($f=8$)”ve “Su geçirmez yüzey($f=1$)” olmak üzere 2 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Mehmet: Evet düşündük ayçiçeğinden esinlenerek yaptığımız duş başlığını tasarlayarak daha az su kullanımı ile su tasarrufu sağladık.

Elif: Evet lotus çiçeğinden yararlandık su geçirmez yüzey sayesinde daha az su kullanıyoruz bu da bize su tasarrufu sağladı.

Araştırmanın onuncu sorusu “Bu uygulamalar, mühendislik veya girişimcilik gibi alanlara olan ilginizi artırdı mı?” olarak ifade edilmiştir. Elde bulgular Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 12 Biyomimikri Uygulamalarının Mühendislik ve Girişimcilik üzerindeki etkisine yönelik bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Evet	Mühendislik İlgi artışı	Mehmet, Ayşe, Merve, Bekir, Elif
	Girişimcilik İlgi artışı	Ahmet
	Fikir belirtilmemiş	Can, Fatma, Ezgi
Hayır		

Tablo 4.12’de görüldüğü üzere araştırmanın onuncu sorusuna yönelik “Evet ($f=6$)” ve “Hayır ($f=3$)” olmak üzere iki kategorinin oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde evet kategorisi altında “mühendislik ilgi artışı ($f=5$)”ve “girişimcilik ilgi

artışı (f=1)” olmak üzere 2 adet kod olduğu belirlenmiştir. Hayır kategorisi incelendiğinde ise bu kategori altında “*Fikir belirtilmemiş (f=3)*” 1 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Mehmet: Evet arttırdı kendimi bir mühendis gibi hissediyorum.

Ahmet: Evet bir ürünü istesem daha rahat tasarlayabilirim ya da pazarlayabilirim.

Can: Hayır arttırmadı. Mühendislik dikkatimi çekmiyor.

Araştırmanın on birinci sorusu “Biyomimikri uygulamaları sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarınızı etkiledi mi?” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.13’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 13 Biyomimikri Uygulamalarının Sürdürülebilir Çevre ve Tutumuna Yönelik Bulgular

Kategori	Kod	Frekans
Sürdürülebilir Çevreye etkisi	Geri Dönüşüm	Ahmet, Mehmet, Can, Ezgi, Merve
	Atık Malzeme	Ahmet
	Sürdürülebilir	Mehmet, Bekir, Ezgi, Fatma
	Su Tasarrufu	Ayşe, Ezgi
	Verimli Kaynak Kullanımı	Bekir
	Çevre Dostu	Can, Ayşe, Elif

Tablo 4.13’te görüldüğü üzere araştırmanın onbirinci sorusuna yönelik “*Sürdürülebilir Çevreye Etkisi (f=9)*” kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Kategoriler incelendiğinde Sürdürülebilir Çevreye Etkisi kategorisi altında “*Geri Dönüşüm (f=5)*”, “*Atık Malzeme (f=1)*”, “*Sürdürülebilir (f=4)*”, “*Su Tasarrufu (f=2)*”, “*Verimli Kaynak Kullanımı (f=1)*” ve “*Çevre Dostu (f=3)*” olmak üzere 6 adet kod olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bazı öğrencilerin görüşlerine yer verilmiştir.

Ahmet: Evet etkiledi çevreye olan bakış açım değişti ve geri dönüşüme olan ilgim daha çok arttı. Bundan sonra gördüğüm çoğu atık malzeme ile çevreye uygun şeyler yapacağım.

Can: Evet etkiledi bu sayede çevreye daha duyarlı bir birey haline geldim ve proje yaparken geri dönüşüme uygun malzeme kullanmamızı sağladı çevreye duyarlı proje üretmiş olduk.

Ezgi: Evet etkiledi önceden bilgim yoktu ama bu proje sayesinde biyomimikri uygulamalarının sürdürülebilir olduğunu öğrendik. Yaptığımız projeler geri dönüşümdendi ve su tasarrufunu sağlayacak ürünler elde ettik.

5.TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Biyomimikri Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Mühendislik Ve Girişimcilik Becerileri Üzerine Etkisi Var Mıdır? Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar

Araştırmanın birinci alt problemi olan “Biyomimikri uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri üzerine etkisi var mıdır?” sorusuna yanıt aramak amacıyla katılımcılara uygulanan "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği" nin ön test ve son test sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir (Tablo 4.1). Bu bulgu, biyomimikri temelli etkinliklerin öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerinde anlamlı bir gelişim sağladığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin fen dersine olan ilgilerini artırdığı, mühendislik tasarım sürecine daha aktif katılım sağladıkları ve girişimcilik becerilerinin gelişimini desteklediğini göstermektedir. Özellikle dört hafta boyunca mühendislik tasarım süreci temel alınarak yürütülen “adaptasyon”, “basınç”, “sürdürülebilir çevre” ve “enerji tasarrufu” temalı etkinliklerin öğrencilerde yeni kavramların oluşmasına ve disiplinler arası ilişkilerin kurulmasına katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, biyomimikri temelli öğretim uygulamalarının fen eğitimi bağlamında bilimsel süreç becerilerini ve mühendislik-tasarım odaklı düşünme becerilerini destekleyici bir rol üstlendiği söylenebilir. Araştırma bulguları, Türkiye’de yapılan benzer çalışmalarla da örtüşmektedir (B. Aydın, 2023; Canbazoğlu vd., 2021; Çoban, 2019; D. Aydın, 2023; Gencer vd., 2020; Sürgü, 2022; Yıldız, 2023). Ayrıca bu sonuçlar, yurt dışında gerçekleştirilen araştırmalarla da paralellik göstermekte ve biyomimikri uygulamalarının disiplinler arası beceri gelişimi üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir (Harlow vd., 2023; Vasinayanuwatana and Plianram, 2023; Williams vd., 2019).

5.2 Biyomimikri Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisi Var Mıdır? Alt Probleme Yönelik Tartışma Ve Sonuçlar

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “Biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?” sorusuna yanıt aramak amacıyla, araştırmaya katılan öğrencilere uygulanan “Sürdürülebilir Çevre

ve Tutum Ölçeği” nin ön-test ve son-test sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan analizde, çalışma lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. (Tablo 4.2). Bu bulguya göre biyomimikri uygulamaları ortaokul öğrencilerin sürdürülebilir çevre ve tutum becerilerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemediği sonucuna varılmıştır. Bu sonucun oluşmasında çevresel tutum değişiminin zamanla oluştuğunu ve kısa süreli uygulamaların bu değişimi ölçmede yetersiz kalabileceğini düşündürmektedir. Güler (2015) ve Doğanay ve Demirel (2011) de çevre eğitiminin süreklilik gerektiren bir süreç olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle uygulamanın uzun vadeli etkilerinin izlenmesi önerilebilir. Alan yazında çevresel sürdürülebilirlik tutumunu geliştirmeyi amaçlayan farklı öğretim yaklaşımlarının kullanıldığı araştırmalar yer almaktadır (Ballantyne ve Packer (2002), Valenti vd. 2014), doğal ortamda gerçekleştirilen öğrenme süreçlerinin öğrencilerin dikkatini çektiğini; sürdürülebilir çevresel tutumlarını, çevreye olan ilgilerini ve hem evde hem de doğal ortamlarda çevreyi korumaya yönelik davranışlarını olumlu yönde etkilediğini ve bu etkilerin anlamlı olduğunu ifade etmişlerdir. Öte yandan, Ballantyne ve Packer (2005) çalışmalarında, sürdürülebilir çevresel tutumların ve davranışların geliştirilmesinde informal öğrenme deneyimlerinin etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, informal öğrenme deneyimlerinin öğrencilerin duygularını harekete geçirebileceği, inançlarını dönüştürebileceği ve çevresel kavramlarını geliştirebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, sürdürülebilir çevresel tutumların geliştirilmesinin yalnızca formal eğitim yoluyla değil; doğa ile etkileşim, sürdürülebilir turizm, okul gezileri ve çevre sorunları sergileri gibi informal öğrenme etkinliklerinin entegrasyonu ile mümkün olacağı vurgulanmıştır. Danisi ve arkadaşları (2014), yaratıcı düşünme temelli eğitimin öğrencilerin sürdürülebilir çevresel tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğini belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmalar ile bu araştırmanın bulguları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin ilgiyle katılacağı ve sorgulama becerilerini teşvik edecek şekilde farklı yöntemlerle tasarlanan etkinliklerin, sürdürülebilir çevresel tutumlarını olumlu yönde geliştireceği öngörülmektedir.

5.3 “Biyomimikri Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Mühendislik Ve Girişimcilik Becerilerine Etkisine İlişkin Görüşleri Nelerdir?” Alt Probleme Yönelik Tartışma Ve Sonuçlar

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan “Biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerine etkisine ilişkin görüşleri nelerdir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırmanın nitel kısmında öğrencilerle yapılan

görüşmelerden elde edilen bulgular da bu sonucu desteklemektedir. Yapılan görüşmeler incelendiğinde öğrencilerin biyomimikri etkinliklerinde yer alırken uygulamalar sırasında fen bilimlerinde öğrendikleri kavramları tasarım sürecinde uyguladıkları görülmüştür. Özellikle 'basınç' ve 'adaptasyon' gibi konular ürün geliştirme sürecinde referans alınmıştır. Bu durum, öğrencilerin bilgi transferi yapabildiklerini ve öğrenmenin kalıcılığının arttığını göstermektedir. Görüşmeler detaylı incelendiğinde örneğin; Mehmet ve Merve, kuşların kanat yapıları ya da bitkilerin su tutma özelliklerini incelediklerini ve bunun fen derslerinde öğrendikleri bilgilerle bağlantılı olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler bu süreçte canlıların adaptasyonları, doğaya uyumları gibi kavramları daha iyi anladıklarını söylemiştir. Fen bilimleri dersi de biyomimikri uygulamaları da disiplinler arası bir yapıya sahip olup ikisinin de ortak noktası doğadır. Fen bilimleri öğrencilere inovatif düşünme, problem çözme ve araştırma becerilerinin kazandırılmasına katkı sağlamayı hedeflediği görülmektedir (Tan ve Temiz, 2003). Bu araştırma sonuçları da biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin fen bilimleri ile ilgili kavramları günlük yaşamla ilişkilendirerek daha anlamlı öğrenmelerine katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca birçok öğrenci yüzey gerilimi ve su geçirmezlik gibi kavramları daha önce hiç duymadıklarını uygulamalar sayesinde öğrendiklerini ifade etmiştir. Bu da uygulamaların süreçte öğrenme fırsatı sunduğunu göstermektedir. Öğrencilerin çoğu, ürün tasarımı sırasında problem çözme, plan yapma ve prototip oluşturma süreçlerinde aktif rol aldıklarını ifade etmiştir. Bazı öğrenci görüşleri incelendiğinde Fatma ve Ahmet, helikopter ve deprem evi tasarımı gibi etkinliklerde teknik bilgi kullanarak çözüm üretmeye çalıştıklarını aktarmıştır. Bazı öğrenciler, tasarladıkları ürünlerin çalışması için tekrar tekrar deneme yaptıklarını, dayanıklılığı artırmak için yeni çözümler geliştirdiklerini ifade etmiştir. Nitel verilerde de öğrencilerin bu süreçte mühendislik tasarım süreci, problem çözme ve prototip geliştirme konularında bilgi kazandıkları belirlenmiştir. Bu sonuç, biyomimikri temelli etkinliklerin öğrencilerin mühendislik düşünme becerilerini (planlama, inşa etme, test etme, revize etme) ve yaratıcı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Biyomimikri uygulamalarının bu becerileri geliştirdiğine dair çalışmalar mevcuttur (Roobeek,2019; Ülbeği Ülker, 2023; Velioğlu, 2020). Bazı öğrenciler, tasarladıkları ürünlerin toplumsal sorunlara çözüm sunduğunu ve ticarileştirilebilecek fikirler olduğunu düşündüklerini ifade etmiştir. Ezgi, tasarladığı duş başlığının su tasarrufu sağladığını ve piyasada benzeri olmadığını düşündüğünü belirtmiştir. Elif ve Can, projelerinin “bir gün patent alabilecek bir fikir” olabileceğini dile getirmiştir. Ayrıca bazı öğrenciler, ürünlerinin tanıtımı sırasında sunum

yaparak ikna kabiliyetlerini geliştirdiklerini ve iş fikri geliştirme üzerine düşündüklerini de ifade etmiştir. Bu bulgu, biyomimikri uygulamalarının öğrencilerde sadece teknik beceri değil, yaratıcılık, pazarlama ve toplumsal fayda odaklı düşünme gibi girişimcilik becerilerini de desteklediğini göstermektedir. Girişimcilik becerileri açısından öğrenciler; iletişim kurma, ürün tanıtımı, pazarlama stratejileri geliştirme gibi alanlarda kendilerini geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Özellikle sosyal medya, afiş ve TV reklamı gibi yöntemleri kullandıklarını ve ürünlerinin dayanıklılık gibi güçlü yönlerini vurguladıklarını söylemişlerdir. Bu durum, öğrencilerin sadece teknik değil, aynı zamanda sosyal beceriler de kazandığını göstermektedir (Rae, 2007). Bu bağlamda, biyomimikri temelli eğitim uygulamaları, ortaokul öğrencilerinde çok boyutlu becerilerin gelişimini destekleyen güçlü bir araç olarak değerlendirilebilir.

5.4 “Biyomimikri Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisine İlişkin Görüşleri Nelerdir?” Alt Probleme Yönelik Tartışma Ve Sonuçlar

Araştırmanın dördüncü alt problemi olan “Biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisine ilişkin görüşleri nelerdir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Yapılan görüşmeler incelendiğinde araştırmanın nitel kısmında yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular nicel kısmına göre farklılık göstermektedir.

Nitel veriler öğrencilerin çevreye yönelik farkındalıklarının arttığını ortaya koymaktadır. Özellikle su tasarrufu, çevre dostu tasarımlar ve doğadan çözüm üretme gibi kavramlar öğrencilerin görüşlerinde sıkça yer almıştır. Ezgi'nin "ihtiyaçlarımızın cevaplarının doğada olduğunu öğrendim" ifadesi, öğrencinin doğaya bakış açısının değiştiğini göstermektedir. Nitel veriler incelendiğinde öğrencilerin çevre dostu tasarımlar yaptığını, su tasarrufu gibi kavramları öğrendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, ölçekteki değişimin zamanla daha belirgin hale gelebileceğine işaret edebilir. Öğrencilerin büyük bir kısmı biyomimikri uygulamaları sayesinde çevreye karşı farkındalıklarının arttığını belirtmiştir. Özellikle geri dönüşüm, su tasarrufu ve doğa dostu materyallerin kullanımı konularında bilinç kazandıkları ifade edilmiştir. Birçok öğrenci, biyomimikri uygulamaları sayesinde geri dönüşüm ve doğal kaynakların verimli kullanımı konusunda bilinç kazandıklarını ifade etmişlerdir. Bekir'in düşüncesi “Biyomimikri uygulaması sürdürülebilir olması kaynakları verimli kullanmamızı sağladı.” Bu düşüncüyü doğrular niteliktedir. Bu durum, onların çevre dostu projeler üretmelerine olanak tanımıştır.

Öğrenciler, biyomimikri projeleri sürecinde sürdürülebilirlik kavramı hakkında yeni bilgiler edindiklerini ve bu bilgileri somut ürünlere dönüştürebildiklerini belirtmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Son olarak, birçok öğrenci biyomimikri uygulamaları sayesinde çevresel farkındalıklarının arttığını ifade etmiştir. Özellikle su tasarrufu ve doğaya duyarlı tasarımların geliştirilmesi gibi konuların farkına vardıkları görülmüştür. Ezgi: “Çevreye olan bakış açımı değiştirdi, ihtiyaçlarımızın cevaplarını doğada olduğunu öğrendim” diyerek bu farkındalığı net bir şekilde ifade etmiştir. Bu bulgu, çevre eğitiminin doğayla etkileşim içeren yöntemlerle verildiğinde daha etkili olabileceğini göstermektedir (Littledyke,2008). Raporajlardan elde edilen bulgulara göre, biyomimikri uygulamaları öğrencilerin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Öğrenciler çevreye daha duyarlı bireyler haline gelmiş, geri dönüşüm ve kaynak kullanımı konularında bilinçlenmiş, doğa dostu ürünler tasarlama konusunda motive olmuşlardır.

5.5 “Ortaokul Öğrencilerinin Biyomimikri Uygulamalarına Yönelik Görüşleri Nelerdir?” Alt Probleme Yönelik Tartışma Ve Sonuçlar

Araştırmanın beşinci alt problemi olan “Ortaokul öğrencilerinin biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri nelerdir?” sorusuna yanıt aramak için öğrencilerle uygulama yapıldıktan sonra görüşleri alınmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerle yapılan görüşmede elde edilen sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin biyomimikri tanımı yaparken ortak bir anlayışın ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Biyomimikri doğanın gözlemlenmesini temele aldığından (Benyus, 2002) tüm öğrenciler biyomimikriyi doğadan ilham alarak yapılan icatlar, projeler ya da tasarımlar olarak tanımlamıştır. Örnek vermeleri istendiğinde en sık tekrar eden kavramların yusufçuk böceğinden esinlenerek helikopter yapımı, lotus çiçeğinden su geçirmez yüzey yapımı, yalıçapkını kuşundan hızlı tren yapımı ve ayçiçeğinden esinlenerek su tasarruflu duş başlığı yapımı gibi doğadan doğrudan ilham alınarak geliştirilen ürünlerdir. Bu bulgu öğrencilerin biyomimikri kavramını hem teorik hem de uygulamalı düzeyde benimsediklerini hem de doğadaki canlıları gözlem yaparak problem çözmeye yönelik düşündüklerini göstermektedir. Bu araştırma öğrencilerin doğaya olan ilgisi ve merakıyla birleşerek yaratıcılık ve girişimcilik becerilerini kullanmaya olanak tanımış olup, mühendislik yeteneklerinin kullanılmasına ve özgün ürünler ortaya çıkarmasına fayda sağlamıştır (Avcı, 2019). Biyomimikri öğrencilere başarılı girişimcilik sürecinde gerekli olan farklı bakış açıları kazandırarak yaratıcılığı, problem çözmeyi ve çözüm odaklı davranmayı

teşvik eder (Fernhaber ve Stark, 2019). Aynı zamanda öğrenciler için okul ile doğa arasında bağlantı oluşturabilen bir köprü görevi görerek günlük yaşamda karşılaşılan sorunların çözümünde doğayı ve yakın çevreyi gözlemleyip taklit etmeyi zorunlu hale getirir (Biomimicry Institute, 2021).

Öğrencilere biyomimikri uygulamaları sırasında hem keyifli hem de zorlandıkları uygulamalar sorulduğunda en keyif aldıkları etkinlikler arasında çoğunlukla helikopter tasarımı, su geçirmez yüzey yapımı ve depreme dayanıklı ev yapımı yer almaktadır. En zorlandıkları aşamalar ise genellikle ürünlerin tasarım süreci ve teknik uygulama adımları olduğu görülmektedir. Özellikle helikopterin uçurulması, evin kolonlarının oluşturulması gibi mühendislik bilgisi gerektiren yerler öğrenciler için zorlayıcı olmuştur. Bu veriler doğrultusunda öğrencilerin tasarım sürecinde aktif rol aldıklarını bu süreci hem eğlenceli hem de öğretici bulduklarını ve uygulamaları öğrenerek fen bilgisi, mühendislik gibi alanlarda farkındalık geliştirdikleri sonucuna varılmaktadır. Sonuç olarak öğrencilerin biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşlerinin olumlu olduğu, bu kavramı hem anlayıp hem de uygulama sürecini yönetebildikleri görülmektedir. Öğrenciler doğadan esinlenmenin somut faydalarını deneyimlemiş olup problem çözme, yaratıcılık, çevre bilinci ve fen bilgisi uygulamaları gibi pek çok alanda kazanımlar elde etmiştir. Bu sonuçlar, biyomimikri temelli eğitim uygulamalarının ortaokul düzeyinde öğrenciler için etkili, motive edici ve öğretici olduğunu desteklemektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde biyomimikri uygulamaları ile hazırlanmış ders planlarının yaşam becerilerine katkısı iletişim becerisi, inovatif düşünme, karar verme, doğayı sorgulama ve takım çalışması gibi becerilere yönelik sonuçlar görülmektedir. Biyomimikrinin yaşam becerilerinden yaratıcı düşünmeyi desteklediği farklı çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Aydın D., 2023; Sürgü, 2022; Terzi, 2023; Yıldız, 2023). Çoban (2019) ve Ülbeği Ülker (2023) Biyomimikrinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ifade etmiştir. Bu sonuç yapılan araştırmayı destekler nitelikte olup biyomimikri entegre edilerek hazırlanan ders planlarının bilimsel süreç becerileri geliştirmeye yönelik uygulamalara yer vermede daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak araştırmada elde edilen nitel veriler, öğrencilerin biyomimikri uygulamalarına ilişkin deneyimlerini çok boyutlu bir şekilde ortaya koymaktadır. Özellikle görüşme verilerinden elde edilen temalar; öğrencilerin biyomimikriyi anlama düzeylerini, uygulamalardan aldıkları keyfi, karşılaştıkları zorlukları, fen bilgisi, mühendislik ve girişimcilik becerilerindeki gelişimi kapsamlı bir biçimde ifade etmektedir.(Yıldırım ve Şimşek, 2013).

5.6 Öneriler

Bu çalışma Biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıda önerilere yer verilmiştir.

1. Nicel araştırma sonucunda biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik becerilerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuç doğrultusunda biyomimikri uygulamalarının bu becerilerinin geliştirilmesi için fen derslerinde kullanılması önerilmektedir.
2. Araştırma sonucunda biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarını artırdığı ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Araştırma grubunu uygulama öncesinde tutumlarının yüksek düzeyde olması göz önünde bulundurulduğunda sürdürülebilir çevreye yönelik tutumları daha düşük gruplarda biyomimikri uygulamalarının etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.
3. Araştırma, tek grup ön-test son-test kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Benzer çalışmaların aynı seviyede ya da farklı sınıf seviyelerinde deney ve kontrol grupları kullanılarak uygulanması önerilmektedir.
4. Öğrencilerin biyomimikri uygulamalarına ilgi duymaları ve doğayı daha bilinçli gözlemlmeleri için okul dışı alanlarda (bahçe, park, doğa yürüyüşü gibi) kısa gözlem gezileri planlanabilir veya bilim kampları, bilim merkezlerine ziyaretler düzenlenebilir.
5. Biyomimikri alanında uzman kişiler tarafından, öğrenciler ve öğretmenlere yönelik seminerler düzenlenebilir.

KAYNAKLAR

- Alperen, N. F. (2020), *Ortaokul 5. sınıf bilim uygulamaları dersine yönelik STEM temelli bir öğretim tasarımı: Doğadan ilham alan teknolojiler* (Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Rize, Türkiye.
- Asknature. 2023a. High speed train inspired by the kingfisher. *Biomimicry Institute*. <https://asknature.org/innovation/high-speed-train-inspired-by-the-kingfisher/>
- Avcı, F., ve Er, H, 2018, *Dijital bağımlılığa ilişkin öğretmen görüşlerinin incelenmesi ve çözüm önerileri*. Uluslararası Multidisipliner Dijital Bağımlılık Kongresinde sunulan sözlü bildiri, Kuşadası, Aydın, 47-48.
- Avcı, F. 2019. Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233. <https://doi.org/10.35346/aod.604872>
- Aydın, B. (2023), Fen eğitiminde biyomimikri öğretim yaklaşımının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve yaratıcılıklarına etkisi (Yayımlanmış Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 843138)
- Aydın, D. (2023), Biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerileri ve tasarımları üzerine etkisi (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 808216)
- Aytaç, Ö. 2006, Girişimcilik: Sosyo-kültürel bir perspektif. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15, 139-160.
- Bacanak, A. 2013. Fen ve teknoloji dersinin öğrencilerde girişimcilik becerisinin gelişimine etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(1), 609-629.
- Ballantyne, R., and Packer, J. 2002. Nature-based excursions: School students' perceptions of learning in natural environments. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 12(1), 1–19.
- Ballantyne, R., and Packer, J. 2005. Promoting environmentally sustainable attitudes and behaviour through free-choice learning experiences: What is the state of the game?. *Environmental Education Research*, 11(3), 281-295.
- Barber, A., Sheppard, P., and William, D. 2020. Making inspired by nature: Engaging preservice elementary teachers and children in maker-centered learning and biomimicry. In K. Graziano (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference* (pp. 1660–1665). Las Vegas: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Baumeister, D., Tocke, R., ve Dwyer, J. 2013. *The biomimicry resource handbook: A seed bank of best practices*. Biomimicry 3.8: Missoula. 280p.

- Benyus, J. M. 1997, *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Harper Collins: New York.
- Benyus, J. M. 1997, *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: William Morrow and Comp, Inc.
- Benyus, J. 2002, *Biomimicry: Innovation inspired by nature* (p. 320). HarperCollins. Erişim adresi: <https://www.harpercollins.com/>
- Benyus, J. 2017b, Designing a better world with nature's help. *Synapse Spark Biomimicry Ideas*. Biomimicry 3.8. Erişim adresi: <https://synapse.bio/blog/watch-designing-a-world-inspired-by-nature>
- Biomimicry Institute. 2021, Sharing biomimicry with young people. An Introduction for K-12 Educators. Erişim adresi: https://1d59b73swr1f1swu2v451xcx-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/02/Sharing-Biomimicry_v2-2021.pdf
- Biomimicry 3.8. 2023, What is biomimicry? Erişim adresi: <https://www.biomimicry.net/what-is-biomimicry/>
- Büyüköztürk, ř. 2010, Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. *Ankara*: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, ř. 2018. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (24. Baskı). *Ankara*: Pegem yayıncılık.
- Canbazoğlu Bilici, S., Küpeli, M. A., ve Guzey, S. S. 2021. Inspired by nature: An engineering design-based biomimicry activity. *Science Activities*, 58(2), 77-88. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1080/00368121.2021.1918049>
- Colombo, B., Danisi, F., and Valenti, C. 2014. Promoting environmental sustainability attitudes in primary school children using creative thinking and ICT. *Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 9(1), 16-31.
- Creswell, J. W. 2014, Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları (S. B. Demir, Çev.). Eğiten Kitap.
- Creswell, J. W., and Plano Clark, V. L. 2007, Designing and conducting mixed methods research. *Thousand Oaks, CA*: Sage.
- Çepni, S. 2012, Araştırma ve proje çalışmalarına giriş, *Trabzon*: Celepler Matbaacılık.
- Çoban, M. (2019), Biyomimikrinin Fen Bilimleri Eğitimine Uyarlanması. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Çoban, M. (2019), Integration of biomimicry into science education (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 603813)

- Dawson, V. 2007. An exploration of high school (12-17 year old) students' understandings and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 39, 59–73.
- Deyoung, D., and Hobbs, D. 2009, Discovery of design: Searching out creator's secret. *Arthansas, United States of America: Master Books*.
- Deveci, İ., ve Çepni, S. 2017. Girişimcilik eğitimi modüllerinin fen bilimleri öğretmen adayları üzerindeki yansımaları. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(2), 813-856.
- Doğanay, A., ve Demirel, M. 2011. Öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarının. *Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneği*, 2021, Eylül 24. Erişim adresi: <https://dosder.org.tr/biyomimikri-kopek-baligi-derisi>
- Ersanlı, C. 2016, The Significance and Place of Biomimicry Data in Physics Education. 5th
- Eryılmaz, H. 2015. Biyomimikri ve ergonomi: Tasarımda doğadan yenilikçi ilham. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Ezeudu, F. O., Ofoegbu, T. O., and Anyaegbunnam, N. J. 2013. Restructuring STM (science, technology, and mathematics) education for entrepreneurship. *US-China Education Review*, 3(1), 27-32.
- Fernhaber, S. A., and Stark, A. Y. 2019. Biomimicry: New insights for entrepreneurship scholarship. *Journal of Business Venturing Insights*, 12, e00137. Erişim adresi: <http://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00137>
- Gencer, A. S., Doğan, H., ve Bilen, K. 2020. Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105. Erişim adresi: <https://doi.org/10.19128/turje.643785>
- Gökgöz, T. (2022), Öğretmen adaylarının dışalım sistemi konusunda biyomimikri tasarımlarının analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*.
- Güler, T. 2015. *Çevre eğitimi ve öğretimi*. Pegem Akademi.
- Han, J., Holland, J., Kelley, T., and Konowles, J. G. 2020. Increasing high school teachers' self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of practice. *International Journal of STEM Education*, 7(14), 2–13.
- Harlow, D., Azzam, D., Bianchini, J., and Lohwasser, K. 2023. Solutions-focused sustainable development education through biomimicry. *Science and Children*, 60(6), 49-53.
- Johnson, R. B., and Turner, L. A. 2003. Data collection strategies in mixed methods research. In A. Tashakkori and C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 297–319). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Jolly, A. 2014. Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week*. Erişim adresi: https://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.htm
- İleritürk, İ. (2016), Mimarlık eğitiminde doğa ile ilişki bağlamında biyomimikri (Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye).
- İner, S. 2019. Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Tasarım Enformatiği*, 1(1), 15-29.
- Karabetçe, AR 2007. Doğadan Esinlenmiş Tasarımlar: Tasarım Stratejisi olarak Biyomimikri. https://www.researchgate.net/profile/Aliye_Karabetca3/publication/277076667_Dogadan_esinlenmis_tasarimlar_tasarim_stratejisi_olarak_biyomimikri/links/5560c7f608ae8c0cab31ebd8/dogadan-esinlenmis-tasarimlar-tasarim-stratejisi-olarak-biyomimikri.pdf itibaren erişilmiştir.
- Kavukçu, B. (2021), Fen bilimleri öğretmenlerinin 21. yüzyıl becerileri düzeylerine ilişkin görüşleri. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, Türkiye).
- Kaya, Ş. (2022), Biyomimikri uygulamalarının kullanıldığı STEM eğitime yönelik hazırlanmış etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık becerilerine etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Kennedy, S. 2004. Biomimicry/biomimetics: general principles and practical examples. *The Science Creative Quarterly*, 8.
- Kim, S. 2019. Development and effect of biomimicry robot education program based on technology education. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(4), 109-117.
- Kleinke, D., Lynch Caris, T. M., and Weaver, J. 2012, Biomimicry innovation as a tool for design [Paper presentation]. *Proceedings of the 2012 ASEE Conference and Exposition*. San Antonio, Texas.
- Konuş, F. Z. (2019), Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin girişimcilik eğilimlerinin FeTeMM tutumlarını yordama durumu (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş).
- Littleldyke, M. 2008. Science education for environmental awareness: Approaches to integrating cognitive and affective domains. *Environmental Education Research*, 14(1), 1-17.
- Marshall, A. 2009, *Wild Design: Ecofriendly Innovations Inspired by Nature*. North Atlantic Books, California.
- Mayring, P. 2000. Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* [On-Line Journal]. Erişim adresi: <http://Qualitative-Research.net/Fqs/Fqs-e/2-00inhalt-e.Htm>,

- MEB. 2018a. *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı, Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, Ankara, 58 s.
- MEB. 2018. *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. 2017. *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB YEĞİTEK. 2016. *STEM Eğitimi Raporu*. Erişim adresi: http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf
- Merriam, S. B. 2013, Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Murat, A. (2018), Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi ,*Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ).
- National Academy of Engineering [NAE] and National Research Council [NRC]. 2009, Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. *The National Academic Press*. ISBN 978-0-309-13779-9.
- Özlülecı, M., ve Kayacan Çelebi, K. 2023. Fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri değerlendirme ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Millî Eğitim*, 52(Özel Sayı), 493-512. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1309131>
- Pallant, J. 2001, *SPSS survival manual*. Maidenhead, PA: Open University Press.
- Pauw, I. C., Kandachar, P., ve Karana, E. 2015. Assessing sustainability in nature-inspired design. *International Journal of Sustainable Engineering*, 8(1), 5-13. <https://doi.org/10.1080/19397038.2014.977373>
- PlumeMag. 2022, Termit yuvalarından ilham alan iklimlendirme sistemleri [Görsel]. Erişim adresi: <https://www.plumemag.com/wp-content/uploads/2022/08/cirt-cirt-bant-biyomimikri.jpeg.webp>
- PlumeMag. 2022, Ağustos. Cirt cirt bant ve pıtrak otu örneği – biyomimikri uygulaması [Görsel].*PlumeMag*.Erişim adresi: <https://www.plumemag.com/wpcontent/uploads/2022/08/cirt-cirt-bant-biyomimikri.jpeg.webp>
- PlumeMag. 2022, Köpek balığı derisinden ilham alan Speedo Fastskin yüzücü mayosu [Görsel].*PlumeMag*. Erişim adresi: <https://www.plumemag.com/wp-content/uploads/2022/08/mayo-kopekbaligi.jpeg.webp>
- Rae, D. 2007. Connecting enterprise and graduate employability: Challenges to the higher education culture and curriculum? *Education + Training*, 49(8/9), 605-619.

- Roobeek, M. 2019. Biomimicry in the classroom. *Biolearn*. Erişim adresi: <https://biolearn.eu/wp-content/uploads/2019/12/Research-Report-Matthijs-Roobeek-How-Biomimicry-can-be-integrated-in-the-Dutch-curriculum.pdf>
- Roobeek, M. 2019, Biomimicry in the classroom: How biomimicry can be integrated in the Dutch curriculum. *Biolearn*. <https://biolearn.eu/en> (Erişim tarihi: 25 Haziran 2021).
- Senosiain, J. 2003, Bio-Architecture. *Oxford: Architectural Press*.
- Sönmez, E. (2014), Müfredat dışı biyoteknoloji etkinliklerinin öğrencilerin biyoteknoloji bilgilerine ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). *Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu, Türkiye.
- Staples, H. (2005), The integration of biomimicry as a solution-oriented approach to the environmental science curriculum for high school students. Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/>: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED490541.pdf>
- Sürgü, B. (2022), 8. sınıf teknoloji ve tasarım dersinde biyotaklit uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkileri. Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Tabachnick, B. G., and Fidell, L. S. 2007, Using multivariate statistics. *Boston, MA: Pearson*.
- Tan, M., ve Temiz, B. K. 2003. Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11130/133117>
- Tayal, S. P. 2013. Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering*, 1-5.
- Terzi, S. Y. (2023), İlkokul 3. ve 4. sınıf öğrencilerine yönelik geliştirilen biyomimikri temelli ders planlarının uygulanmasına yönelik öğretmen görüşleri (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 846069)
- Uğur, B. (2015), Girişimcilik eğitiminin ilköğretim programlarına konulmasına yönelik model önerisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). *Anadolu Üniversitesi*, Eskişehir.
- URL-1 2019, Erişim adresi: https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_bio_lesson05_activity1
- Ülbeği Ülker, M. (2023), Biyomimikri ile STEM eğitimi yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumları, bilimsel yaratıcılık becerileri ve fen bilimleri dersine karşı olan tutumları üzerine etkisinin incelemesi (Yayımlanmış Yüksek

Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 826173)

- Vasinayanuwatana, T., and Plianram, S. 2023. Biomimicry in STEM education: Case study of developing pre-service biology teachers' integrative teaching competence. *Research in Integrated STEM Education*, 1(2), 316-340. Erişim adresi: https://brill.com/view/journals/stem/1/2/article-p316_5.xml
- Velioğlu, D. (2020), Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin hayvanların özelliklerinden esinlenerek teknolojik ürün tasarlama etkinliklerinin FeTeMM eğitiminde uygulanması (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 634102)
- Wijffels, B. 2023, Biomimicry in the classroom. *Biolearn Inspired by Nature*. Erişim adresi: <https://biolearn.eu/assets/documents/dutch-manual/Research-Report-Matthijs-Roobeek-How-Biomimicry-can-be-integrated-in-the-Dutch-curriculum.pdf>
- Williams, D., Barber, A., and Sheppard, P. 2019, Making inspired by nature: Engaging preservice elementary teachers and children in maker-centered learning and biomimicry. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1660-1665). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Erişim adresi: <https://learntechlib.org/>
- Yalçın, S. 2018. 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 51(1), 183-201.
- Yang, X. 2016, Nature-Inspired Computation in Engineering. *Springer* ISBN 978-3-319-30235-5, He, X. and Yang, X. (Ç.Ed.), 1-20.
- Yener, Y. 2019, Biyomimetik (Biyomimikri). *Fiziğin Bilimi ve Teknolojideki Uygulamaları* (1. Baskı), içinde (1-11), Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. 2008, Nitel araştırma yöntemleri (7. Baskı). *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. 2013, Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Yıldırım, B. 2019. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90.
- Yıldız, A. (2023), Biyomimikri ile bütünleştirilmiş e-STEM modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> veritabanından alınmıştır. (Tez no: 806230)

- Yıldız, H. (2012), Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve metodolojisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Türkiye.
- Yıldız, Ş. (2011), Öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin sürdürülebilir çevre ile ilgili kavramsal anlamaları ve tutumları (Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey)).



EKLER**EK-1. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği****EK-2. Veli Görüşme Formu****EK-3. Araştırma ve Uygulama İzni****EK-4. Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği****EK-5. Etik Kurul Kararı****EK-6. Görüşme Soruları****EK-7. Uygulama Aşamasında Ders Planları****EK-8. Uygulama Etkinlik Sayfaları****EK-9. Uygulama Aşamasından Örnek Fotoğraflar**

EK-1. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri Değerlendirme Ölçeği

Ekler

Ek 1

FEN, MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK BECERİLERİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler, ölçek maddelerine verdiğiniz yanıtlar akademik bir çalışmada kullanılacaktır. Bu nedenle gerçek düşüncelerinizi belirtmeniz araştırmanın güvenilirliği açısından önemlidir. Teşekkürler...

Yaş:

№	MADDELER					
		Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
1	Fen derslerinde teknolojik ürün üretebilirim.					
2	Fen derslerinde ürün geliştirmeyi severim.					
3	Fen derslerinde ürün tasarımını severim.					
4	Fen bilimlerini günlük hayat ile ilişkilendiririm.					
5	Fen konularıyla ilgili kolaylıkla günlük hayat problemi bulurum.					
6	Günlük hayat probleminin çözümü için fen konularından yardım alırım.					
7	Günlük hayat problemlerini çözmeye çalışırım.					
8	Günlük hayat problemlerini kendim belirleyebilirim.					
9	Ürünün taslak planını çizerim.					
10	Taslak çizimlerini ayrıntılı bir şekilde çizerim.					
11	Çizimlerimin estetik olmasına dikkat ederim.					
12	Ürünü okulda tamamlamak isterim.					
13	Ürünü evde tamamlamak isterim.					
14	Proje tasarımı için fen ders saatlerini yeterli bulurum.					
15	Bir ürünü pazarlayabilirim.					
16	Pazarlama stratejilerini bilirim.					
17	Ürünü herkese tanıtmak için pazarlamanın gerekli olduğunu bilirim.					
18	Pazarlamanın ekonomik açıdan gerekli olduğunu bilirim.					
19	Pazarlama işleminden önce gerekli hazırlıkları yaparım.					
20	Ürünün özelliklerini iyi bilinmesinin pazarlamada önemli olduğunu bilirim.					

EK-2. Veli Görüşme Formu**VELİ ONAY MEKTUBU ÖRNEĞİ**

Sevgili Veliler,

“Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilerin Fen, Mühendislik Ve Girişimcilik Becerileri İle Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisi“ başlıklı araştırmayı yürütmekteyim. Bu çalışmada biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri ile sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarını ölçmek için kendilerine bazı ölççekler uygulanacaktır. Çalışma kapsamında uygulanacak ölççeklerde yaklaşık 43 soru yer almaktadır. Ölçeklerin uygulanması yaklaşık 40 dakika sürmektedir. Çalışmaya katılım tamamen gönüllük esasına dayalıdır. Öğrenci araştırmaya katılmayabilir veya dilediği anda ölççekleri doldurmaktan vazgeçebilir. Araştırma kapsamında çocuğunuzun bedensel veya ruhsal sağlığını olumsuz etkileyecek ya da kimliğini açığa çıkaracak herhangi bir bilgi istenmemektedir. Bu nedenle çalışma herhangi bir risk taşımamaktadır. Çocuğunuzdan alınan bilgiler bilimsel amaçla kullanılacak ve hiçbir şekilde üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasına izin vererek “Türkiye’de ortaokul öğrencilerinin Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilerin Fen, Mühendislik Ve Girişimcilik Becerileri İle Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarını etkileyen faktörlerin neler olduğunun daha iyi anlaşılmasına imkân sağlayacak ve okullarda akademik başarının iyileştirilmesine yönelik uygulanacak çalışmalara önemli bir katkıda bulunacaksınız”. Araştırma ile ilgili sorularınızı aşağıdaki e-posta adresini ya da telefon numarasını kullanarak sorabilirsiniz.

Saygılarımla,

Asiye YANIK
Muş Alparslan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Merkez
Fen Bilgisi Eğitimi /Fen Öğretimi
Tel:05345546442
E-posta: asiyeyanik06@gmail.com

Çocuğum’nın bu araştırmaya katılmasına izin veriyorum. Çocuğumun çalışmayı istediği zaman yarıda kesip bırakabileceğini biliyorum ve alınan bilgilerin araştırmada bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum. (Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz.)

Velinin Adı-Soyadı.....

İmza

.....

EK-3. Araştırma ve Uygulama İzni



Güroymak Ortaokulu Müdürlüğüne



Başvuru No: MEB.TT.2024.006036

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu: 709168

T.C. Kimlik No: 10666203868

Adı Soyadı: ASİYE YANIK

Araştırmanın Adı: BİYOMİMİKİRİ UYGULAMALARIN ÖĞRENCİLERİN FEN, MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK BECERİLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVREYE YÖNELİK TUTUMLARINA ETKİSİ

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatı: Güroymak Ortaokulu

Uygulama Yapılacak Birim: Ortaokul

Uygulama Yapılacak İl: BİTLİS

Veri Toplama Aracının Başlığı: BİYOMİMİKİRİ MÜLAKAT SORULARI, Ek1: FEN, MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK BECERİLERİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ Ek2:SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE TUTUM ÖLÇEĞİ

Araştırma Uygulama İzininin Kabul Tarihi: 21.11.2024

Araştırmanın Uygulama İzininin Bitiş Tarihi: 21.11.2025

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup araştırma uygulama izni BİTLİS İl Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

NOT: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülden yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmiştir. Aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

* Başvuru detayını görüntülemek ve belgeyi doğrulamak için <https://arastirmaizinleri.meb.gov.tr/belge-dogrula> bağlantısını kullanınız.

- Araştırma Uygulama İzinleri Başvuru ve Değerlendirme Modülü -

EK 4. Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim yok	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1. Her malın üretimi sırasında çevreye karbondioksit bırakıldığını düşünerek ürünleri dikkatli kullanmak gereksizdir.					
2. Su kaynaklarının dikkatsiz kullanımı sonucunda gelecekte bu yüzden savaşlar çıkmasından korkarım.					
3. Okulda suyun sürdürülebilirliğinin sağlanması için alınabilecek önlemleri içeren proje çalışmalarının yapılmasını istemem.					
4. Gübre ve kimyasal maddelerin yetiştirilen ürünlerde birikerek canlıların sağlığını etkileyecek olmasından korkarım.					
5. Ürün miktarını arttırmak için kullanılan kimyasal gübrelerin toprak ekosistemine zarar vermesinden korkmak gereksizdir.					
6. Yaşadığımız topraklardan gelecek nesillerin de faydalanabilmesi için ülke genelinde organik tarım yapılmasını isterim.					
7. Anız (tarlada kalan ekin sapı) yakma gibi işlemlerin toprak üstünde yaşayan canlılara zarar vermesini önemsiz buluyorum.					
8. Bugün ihtiyaçlarımızı karşılayan kömür, doğalgaz, petrolün gelecekte doğaya zarar verecek olması beni ilgilendirmez.					
9. Petrol, doğalgaz, kömür ihtiyacımız olan enerjiyi fazlasıyla karşıladığı için yeni enerji kaynaklarını araştırmak gereksizdir.					
10. Ülkemiz bize ve gelecek kuşaklara yetecek kadar enerji kaynaklarına sahip olduğu için tasarruf gereksizdir.					
11. İnsanların diğer canlılara zarar verdiğinde en sonunda kendisinin zarar göreceğini bilmemesi beni endişelendirir.					
12. Doğada hayvanların da insanlar gibi yaşama hakkının olması hoşuma gitmez.					
13. Tam olarak kullanmadan attığım her kağıdın ağaçların yok olmasına neden olduğunu bilmek beni üzer.					

14. Okullarda sene sonunda kitapların toplanarak geri dönüşüme gönderilmesi çevreyi korumak için yapılan en güzel çalışmalardan birisidir.					
15. Çevreye bırakılan atık miktarını azaltmak için okulumuza geri dönüşüm kutularının konulması güzel olur.					
16. İnsanlar ürettikleri ile tükettikleri arasında bir denge kuramazsa gelecekte yaşanacak kıtlıktan korkarım.					
17. İnsanların tüketim alışkanlıkları yüzünden pek çok canlı türünün yaşamının tehlikeye girmesinden rahatsız olmam.					
18. Doğanın dengesine göre hızla artan insan nüfusuna karşılık diğer canlıların azalacak olmasını gerekli buluyorum.					
19. Artan insan nüfusunun yarattığı tüketimin geride bıraktığı kirlilik beni korkutur.					
20. Sürdürülebilirlik ile ilgili öğrendiklerimi aileme ve yakın çevreye anlatmak zaman kaybıdır.					
21. İnsanların ihtiyaç duydukça diğer canlıların yaşam alanlarına müdahale etmesi beni endişelendirmez.					
22. Nüfusa paralel artan tüketimin doğal dengenin sürdürülebilirliği önünde önemli bir engel olması endişe vericidir.					
23. Ödünç aldığımız doğayı geleceğe daha temiz bırakmak hoşuma gider.					

EK-5. Etik Kurul Kararı

T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU

Toplantı Tarihi: 16.10.2024	Toplantı Sayısı: 10	Karar Sayısı: 46
<p>Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu, Kurul Başkanı Prof. Dr. Ömer Faruk ALTUNÇ başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.</p> <p>KARAR-44: Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 18.09.2024 tarihli ve 158377 sayılı yazısı okundu ve ekleri incelendi.</p> <p>Yapılan incelemeler sonucunda; Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü danışmanlığı Doç. Dr. Ayten ARSLAN tarafından yürütülen Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı tezli yüksek lisans öğrencisi Asiye YANIK'ın "Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilerin Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri İle Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisi" konulu tez çalışması Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından uygun görülmüş olup, durumunun Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne bildirilmesine,</p> <p style="text-align: center;">Oy birliği ile karar verildi.</p>		
<p>BAŞKAN (e-İmzalıdır) Prof. Dr. Ömer Faruk ALTUNÇ Kurul Başkanı</p>		
<p>ÜYE (İzinli) Prof. Dr. Ahmet KARA İletişim Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (İzinli) Prof. Dr. Muhammed ÇINAR Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-İmzalıdır) Prof. Dr. Nevin TURAN ÖZEK Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi</p>
<p>ÜYE (e-İmzalıdır) Prof. Dr. Sedat BOZARI Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-İmzalıdır) Prof. Dr. Yaşar ÇELİKKOL Eğitim Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-İmzalıdır) Prof. Dr. Zeynep YILMAZ KURT Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi</p>

MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU DEĞERLENDİRME FORMU

Araştırmanın Başlığı:	"Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilerin Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Becerileri İle Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisi" adlı çalışma.
Başvuru Formunun Etik Kurula geldiği tarih:	18.09.2024
Başvuru Formunun Etik Kurulda incelendiği tarih:	16.10.2024
Karar tarihi	16.10.2024

SONUÇ

1.	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul
2.	<input type="checkbox"/> Düzeltme gereklidir: Etik sorun olabilecek sorular/maddeler, süreçler ya da unsurlar bulunmaktadır. Açıklama:
3.	<input type="checkbox"/> Red Gerekçe, Görüş, Tavsiye ve Açıklamalar:

Başvuru dosyasının incelenmesinde hazır bulunan ve araştırmayla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkisi bulunmayan Etik Kurul başkan ve üyelerinin ad soyad ve imzaları.

Başkan
(e-imzalıdır)
Prof. Dr. Ömer Faruk ALTUNÇ

Üye
(İzinli)
Prof. Dr. Ahmet KARA

Üye
(İzinli)
Prof. Dr. Muhammed ÇINAR

Üye
(e-imzalıdır)
Prof. Dr. Nevin TURAN ÖZEK

Üye
(e-imzalıdır)
Prof. Dr. Sedat BOZARI

Üye
(e-imzalıdır)
Prof. Dr. Yaşar ÇELİKKOL

Üye
(e-imzalıdır)
Prof. Dr. Zeynep YILMAZ KURT

EK-6. Görüşme Soruları

1. Biyomimikri kavramını nasıl tanımlarsınız? Biyomimikri uygulamaları ile ilgili örnekler verebilir misiniz?
2. Biyomimikri uygulamalarının sizlere hangi yönlerden fayda sağladığını düşünüyorsunuz?
3. Biyomimikri uygulamaları sırasında en çok keyif aldığınız veya sizi en çok zorlayan kısımlar nelerdi?
4. Biyomimikri uygulamalarında ürünlerinizin tasarım sürecinde karşılaştığınız problemleri çözmek için fen derslerinde öğrendiğiniz bilgileri kullandınız mı? Nasıl? Örnekler verir misiniz?
5. Bu uygulamalar sırasında fen bilgisiyle (konuları) ilgili yeni şeyler öğrendiğinizi düşünüyor musunuz? Neden? Örnekler verebilir misiniz?
6. Daha önce mühendislik becerileri veya tasarım süreci hakkında ne kadar bilgi sahibiydiniz? Bu uygulamalar sürecinde mühendislik ve tasarım süreci hakkında neler öğrendiniz?
7. Bu süreçte bir ürün veya çözüm geliştirirken girişimcilik ile ilgili hangi becerileri kazandığınızı düşünüyorsunuz?
8. Biyomimikri uygulamalarında yaptığınız tasarımınızı başka insanlara pazarlamak için neler yaptınız? Örnekler veriniz. Tasarımınızın kullanılması konusunda insanları ikna etmek için neler yaptınız?
9. Biyomimikri uygulamalarında elde ettiğiniz tasarımlarınızın çevre üzerindeki etkilerini düşündünüz mü? Bu ürünlerin çevreye etkileri (olumlu –olumsuz) neler olabilir?
10. Bu uygulamalar, mühendislik veya girişimcilik gibi alanlara olan ilginizi artırdı mı?
11. Biyomimikri uygulamaları sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarınızı etkiledi mi?

EK-7 Uygulama Aşamasında Ders Planları

DERS PLANI 1

Dersin Adı	Teknoloji Tasarım
Sınıf	8
Ünitenin Adı/No	4. ünite
Konu	Tanıtım ve Pazarlama-Biyomimikri
Önerilen Süre	40+40 DAKİKA

Öğrenci Kazanımları/Hedef Davranışlar	<p>1.Biyotaklit kavramını açıklar.</p> <p>2.Biyotaklit ile tasarlanmış bir ürünü analiz eder.</p> <p>3.Tanıtım ve pazarlama tekniklerini açıklar.</p> <p>4.Seçtiği herhangi bir ürün için tanıtım ve pazarlama tekniklerini uygular.</p>		
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış örüntüsü	Tanıtım ve Pazarlama-Biyomimikri		
Öğretme Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Tartışma, soru cevap, anlatım, beyin fırtınası, uygulama		
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	EBA, Akıllı Tahta ,Dergi video		
Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri	Dikkat Çekme	Öğretmen sınıfa Biyomimikri Başlıklı dergi ve velcro bantı ile gelir.Sizce bu ürün tasarlanırken hangi canlıdan ilham alınmıştır diye sınıfa sorar. Öğrencilerin tahminlerini tahtaya yazar.	
	Güdüleme	Evet çocuklar bu bölümde biyomimikri ile ilgili tasarlanmış malzemeleri öğreneceğiz ve sonunda bu ürünlerin nasıl pazarlandığına dair bilgi edinmiş olacağız der.	
	Derse Geçiş	Akıllı tahtadan biyomimikriden ilham alınalar üretilmiş tasarımlar ile ilgili video izletir. Sonrasında tahtadan örnekler açarak öğrencilerden nasıl pazarlanacağına dair yorumlamalarını ister.	
	Etkinlikler	<p>Öğrencileri küçük gruplara ayırın ve her gruba seçtikleri biyotaklit örneği için bir tanıtım ve pazarlama planı oluşturmalarını söyler.</p> <p>Her grup, planlarını sınıfa sunarak nasıl bir strateji geliştirdiklerini ve neden bu stratejiyi seçtiklerini açıklar.</p>	
Ölçme-Değerlendirme	Her sunumun ardından öğrencilere geri bildirim verilir ve stratejilerinin etkili olup olabileceğini tartışır.		

DERS PLANI 2

Dersin Adı	FEN BİLİMLERİ
Sınıf	8
Konu	Mühendislik Tasarım süreci
Önerilen Süre	40+40 +40+ 40 DAKİKA


Öğrenci Kazanımları/Hedef Davranışlar	1.Mühendislik ve tasarım ilişkisini ifade eder. 2.Çevresindeki ürünleri mühendislik ve tasarım kavramları açısından ilişkilendirir. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.	
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış örüntüsü	Mühendislik Tasarım süreci	
Öğretme Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Tartışma, soru cevap, anlatım, beyin fırtınası, uygulama	
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	EBA,Akıllı Tahta, Örnek mühendislik ve tasarım ürünleri (resimler veya gerçek ürünler)	
Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri	Dikkat Çekme	Arkadaşlar, mühendislik ve tasarımın dünyamızı nasıl değiştirdiğine dair kısa bir video izleyeceğiz. Bu video bize günlük hayatımızda kullandığımız bazı harika icatların nasıl tasarlandığını ve üretildiğini gösterecekVideo izletilir. Bu videoda gördüğümüz gibi, mühendisler ve tasarımcılar dünyamızı daha yaşanabilir hale getirmek için sürekli çalışıyorlar. Mesela, köprülerin nasıl yapıldığını hiç düşündünüz mü? Köprüler sadece iki noktayı birbirine bağlamakla kalmaz, aynı zamanda insanların ve araçların güvenli bir şekilde geçmesini sağlar. Mühendislerin bu köprüleri nasıl tasarladığını ve hangi süreçleri kullandığını öğrenmek gerçekten ilginç. Şimdi, etrafınıza bir bakın. Hangi ürünlerin tasarımında mühendislerin ve tasarımcıların çalışmış olabileceğini düşünüyorsunuz? Örneğin, oturduğunuz sandalye ya da kullandığımız kalem nasıl tasarlanmış olabilir?
	Güdüleme	Arkadaşlar, bugün mühendislik ve tasarımın günlük hayatımızdaki yerini ve önemini öğreneceğiz. Bildiğiniz gibi, etrafımızda gördüğümüz birçok şey mühendisler ve tasarımcılar tarafından yaratıldı. Bu dersle, bu süreçleri anlayarak belki de geleceğin mühendisleri ve tasarımcıları olabilirsiniz.
	Derse Geçiş	Öğretmen “Bugün gruplar halinde çalışarak kendi ürünlerinizi tasarlayacaksınız. Grupça seçtiğimiz tasarımı yaparak mühendislik tasarım sürecini adım adım öğreneceksiniz. En yaratıcı ve yenilikçi tasarımlar için küçük ödülllerimiz olacak.”der. Grupları gezer ve yardım isteyen gruplara destek olur.

Etkinlikler	<p>Mühendislik Tasarım Süreci:</p> <p>1. Sorunu Tanımlama: Tasarım süreci, bir problemin veya ihtiyacın tanımlanmasıyla başlar. Bu aşamada, problemin ne olduğu, neyin çözülmesi gerektiği, kısıtlamalar ve gereksinimler belirlenir.</p> <p>2. Bilgi Toplama ve Araştırma: Sorun hakkında detaylı bilgi toplanır. Bu, literatür taraması, benzer projelerin incelenmesi, mevcut teknolojilerin araştırılması ve ihtiyaç sahipleriyle görüşmeler yapmayı içerir.</p> <p>3. Taslak Çözümler Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Malzeme Seçimi: Doğadan ilham alarak dayanıklı ve hafif bir malzeme seçin. Bu malzemenin basınç özelliklerini nasıl yöneteceğinizi belirleyin. •Yapı Tasarımı: Malzemenizi kullanarak bir yapı tasarlayın. Bu yapı, katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerini nasıl kullanacak? Örneğin, yüksek basınca dayanıklı bir spor ekipmanı veya suyun basıncını minimize eden bir yüzey tasarlayın. •Farklı Alternatifler: Birden fazla taslak çözüm geliştirin ve her birinin avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirin. <p>4. Seçim Yapma ve Tasarımı Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> •En İyi Çözümü Seçme: En uygun çözümü seçin ve tasarımı detaylandırın. •Tasarım Detayları: Malzemenizin çevre dostu ve sürdürülebilir bir şekilde üretilmesini sağlayacak yöntemleri araştırın ve malzemenizin üretim sürecini optimize edin. <p>5. Prototip Üretimi ve Test:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Prototip Üretimi: Seçtiğiniz tasarımın prototipini oluşturun. •Test ve Değerlendirme: Prototipinizi test edin ve performansını değerlendirin. Basınç altında nasıl davrandığını gözlemleyin. •Geri Bildirim ve İyileştirme: Test sonuçlarına dayanarak tasarımda iyileştirmeler yapın. <p>6. Son Tasarımı Tamamlama:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Son Tasarım: Testlerden elde edilen verilere dayanarak son tasarımınızı tamamlayın. •Uygulama Alanları: Tasarımınızın hangi alanlarda kullanılabileceğini ve gelecekteki potansiyel uygulamalarını değerlendirin. <p>7. Sunum ve Tartışma:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Proje Sunumu: Tasarımınızı ve araştırma bulgularınızı sınıfta sunun. Malzemenizin ve yapının özelliklerini nasıl kullandığınızı açıklayın. •Tartışma: Sınıfta, tasarımınızın avantajlarını ve dezavantajlarını tartışın. Bu malzemenin ve yapının hangi alanlarda kullanılabileceğini değerlendirin. <p>Mühendislik tasarım süreci öğrencilere verildikten sonra öğretmen öğrencileri küçük gruplara ayırır. Her gruba, mühendislik tasarım sürecini kullanarak basit bir ürün tasarlamaları gerektiğini açıklar (örneğin, geri dönüştürülebilir bir kalem kutusu).Bu tasarlayacakları ürünler geri dönüştürülüyor olmalı. Maliyeti düşük olmalı, çevre dostu ve sürdürülebilir olmalıdır. Öğrenciler gruplarında çalışarak ürünlerini tasarlamaya başlar. Öğretmen öğrencilere rehberlik eder.</p>
	Ölçme-Değ.

DERS PLÂNI 3

Dersin Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	8.Sınıf
Ünite No-Adı:	2.Ünite:DNA ve Genetik Kod
Konu:	Adaptasyon (Çevreye Uyum)
Önerilen Ders Saati:	4 Saat

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	8.2.4.1.Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarını gözlem yaparak açıklar. TT.8.C.4.3. Gündelik hayatında var olan bir sorunun çözümünde biyotaklit kavramını kullanarak ürün tasarlar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Adaptasyon, Biyomimikri
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Rol Yapma, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Ders kitabı, EBA, Akıllı tahta
Yapılacak Etkinlikler:	<p>Dikkat Çekme: Öğretmen akıllı tahtadan çöl tilkisi ve kutup tilkisinin yan yana olduğu bir görseli açar. Öğrencilere sorular yöneltir.</p> <p>-Bu hayvanlar ayı tür olmalarına rağmen kıl renkleri, burun, kulak ve kuyruk yapıları sizce neden birbirinden farklıdır? -Çöl tilkisi yaşamını kutup bölgesinde sürdürebilir mi?</p> 
Güdüleme	Öğretmen sınıfa "Peki, bir soru: Bukalemunlar neden renk değiştirir? Bu sorunun cevabını bulmak için birlikte bir yolculuğa çıkacağız." der. Geçen hafta bir belgesel izledim ve orada bir örümceğin, avını yakalamak için nasıl inanılmaz bir tuzak kurduğunu gördüm. Bu örümcek, hayatta kalmak için nasıl bu kadar zeki olabiliyor?" Canlıların bu şekilde davranmalarının sebebini sınıfa sorar aldığı cevapları tahtaya zihin haritası şeklinde çizer.Cevaplar sonucunda bu ünitenin sonunda canlıların yaşamlarını devam ettirebilmek için çevreye ne gibi uyumlar sağladığını öğrenmiş olacaksınız der ve derse giriş yapar.
Gözlem	Öğretmen Öğrencilere kutup ayılarının vücut sıcaklığını nasıl koruduğunu göstermek için basit bir deney yapar. Malzemeler: termometre,2 şişe su ,yün kumaş Yapılışı: Öğretmen şişelerin içerisine sıcak su doldurur. Önce sıcaklıklarını termometre ile ölçer. Şişenin birine yün kumaş sarar diğerine bir şey yapmaz.10 dk bekledikten sonra iki şişedeki sıcaklığı ölçer ve sıcaklık değişim sebeplerini öğrencilere sorar. Öğrencilere akıllı tahtadan görseller açılır.

	 <p>Verilen bu iki canlının isimlerini tahmin etmeleri istenir. Tahminler sonrasında Lotus Çiçeği ve Yusufçuk Böceği oldukları belirtilir.</p> <p>Keşfet Hangi görseli hangi canlı ile ilişkilendirdiniz? Görsel akıllı tahtadan öğrencilere gösterilir. 'Görseldeki alet sizce nedir? Buradaki şekillerin benzediği bir yapı var mı?' soruları yöneltilir. Sizce yukarıdaki görsellerden hangisinde adaptasyon öz konusudur? Lotus Çiçeğinin hangi özelliklerini fen bilimleri açısından nasıl açıklayabilirsiniz? Malzemeler geliştirilirken hangi mühendis alanından yararlanmıştı? Bu ürünlerin pazarlaması nasıl yapılmış olabilir? Sürdürülebilir çevreye yönelik bu uygulamaların etkisini neler olabilir?</p> <p>TAKLİT ET TASARLA ETKİNLİK: Biyomimikri Tasarım Atölyesi</p> <p>Etkinlik: Öğrenciler 5er kişilik heterojen olacak şekilde öğretmen tarafından gruplara ayrılır.</p> <p>Görev: Bu süreçte öğrencilerden biyomimikri ve öğrendikleri adaptasyon örneklerinden yararlanarak bir tasarım yapmaları beklenmektedir.</p> <p>Malzemeler: Kağıt, karton, yapıştırıcı, boya kalemleri, ip vb.</p> <p>Mühendislik Tasarım Süreci:</p> <p>1. Sorunu Tanımlama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problem Tanımı: Bir grup mühendis, havacılık endüstrisinde kullanılan insansız hava araçlarının (İHA) performansını artırmak istemektedir. Geleneksel İHA'lar, manevra kabiliyeti ve hava akımı kontrolü açısından sınırlamalar yaşamaktadır. • Kriterler ve Kısıtlamalar: Tasarlanan ürün adaptasyon ve biyomimikri konularından esinlenerek yapılmalıdır. Maliyeti 100 tl nin üzerinde olmamalıdır. Yapım aşamasında geri dönüşüm malzemelerinden faydalanılmalıdır. Proje bitim süresi 2 saati geçmemelidir.
--	---

	<p>2. Araştırma ve Beyin Fırtınası:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doğa Gözlemi: Doğada adaptasyon özelliklerini etkili bir şekilde kullanan canlıları araştırın. Örümcekler, balinalar, denizanası, ahtapot gibi örnekleri inceleyin. • Bilgi Toplama: Örümcek ipeği, balina derisi ve lotus yaprağı gibi canlıların yapısal özelliklerini araştırın. • Beyin Fırtınası: Ekip olarak doğadan ilham alarak hangi malzemeleri ve yapıları tasarlayabileceğinizi tartışın. <p>3. Taslak Çözümler Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Malzeme Seçimi: Doğadan ilham alarak dayanıklı ve hafif bir malzeme seçin. Bu malzemenin adaptasyon özelliklerini nasıl yöneteceğinizi belirleyin. • Yapı Tasarımı: Malzemenizi kullanarak bir yapı tasarlayın. Bu yapı adaptasyon ve biyomimikri özelliklerini nasıl kullanacak. • Farklı Alternatifler: Birden fazla taslak çözüm geliştirin ve her birinin avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirin. <p>4. Seçim Yapma ve Tasarımı Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En İyi Çözümü Seçme: En uygun çözümü seçin ve tasarımı detaylandırın. • Tasarım Detayları: Malzemenizin çevre dostu ve sürdürülebilir bir şekilde üretilmesini sağlayacak yöntemleri araştırın. <p>5. Prototip Üretimi ve Test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototip Üretimi: Seçtiğiniz tasarımın prototipini oluşturun. • Test ve Değerlendirme: Prototipinizi test edin ve performansını değerlendirin. • Geri Bildirim ve İyileştirme: Test sonuçlarına dayanarak tasarımda iyileştirmeler yapın. <p>6. Son Tasarımı Tamamlama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son Tasarım: Testlerden elde edilen verilere dayanarak son tasarımınızı tamamlayın. • Uygulama Alanları: Tasarımınızın hangi alanlarda kullanılabileceğini ve gelecekteki potansiyel uygulamalarını değerlendirin. <p>7. Sunum ve Tartışma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proje Sunumu: Tasarımınızı ve araştırma bulgularınızı sınıfta sunun. Malzemenizin ve yapının basınç özelliklerini nasıl kullandığını açıklayın. • Tartışma: Sınıfta, tasarımınızın avantajlarını ve dezavantajlarını tartışın. Bu malzemenin ve yapının hangi alanlarda kullanılabileceğini değerlendirin.
Ölçme ve Değ.	Her öğrenci grubunun tasarım çizimlerini sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenir.

DERS PLANI 4

Dersin Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	8.Sınıf
Ünite No-Adı:	3.Ünite:Basınç
Konu:	Basınç
Önerilen Ders Saati:	4 Saat

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.8.3.1.3. Katı basıncının özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir. TT.8.C.4.3. Gündelik hayatında var olan bir sorunun çözümünde biyotaklit kavramını kullanarak ürün tasarlar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Basınç, katı basıncın günlük yaşam ve teknolojideki uygulamaları
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Soru Cevap, Araştırma, Tartışma, anlatım, beyin fırtınası
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Ders Kitabı, EBA
Yapılacak Etkinlikler:	DİKKAT ÇEKME: Öğretmen sınıfa üstünde 50 den fazla kürdan batırılmış köpük tabak ve balonla sınıfa girer. Balonu tabağa batırırsak balon patlar mı? diye sınıfa sorar. Balonu şişirip üstüne ağır kitap koyar balon patlamaz ama bir tane iğne batırır balon patlar sebebini beyin fırtınası ile çocuklara yönlendirir.
Güdüleme	Bu ünite de katı basıncın günlük yaşam ve teknolojideki uygulamaları öğreneceğiz. Bu sayede basıncın gelecekte teknolojideki uygulamalarına etkisini öğrenmiş olacaksınız." der. Hazırbulunuşluklar sağlandıktan sonra biyomimikri öğretim yöntemi yaklaşımı uygulanır.
Gözlem	Öğretmen akıllı tahtada görselleri öğrencilere gösterir.  



Verilen bu iki canlının isimlerini tahmin etmeleri istenir. Tahminler sonrasında pangolin ve kaplumbağa oldukları belirtilir.

İki yeni görsel öğrencilere gösterilir ve aşağıdaki sorular yönlendirilir.

Keşfet

Hangi görseli hangi canlı ile ilişkilendirdiniz?

Görsel akıllı tahtadan öğrencilere gösterilir. 'Görseldeki alet sizce nedir? Buradaki şekillerin benzediği bir yapı var mı?' soruları yöneltilir.

Sizce yukarıdaki görsellerden hangisinde basınç uygulamaları söz konusudur? Sağlam bina gibi araçların özelliklerini fen bilimleri açısından nasıl açıklayabilirsiniz?

Malzemeler geliştirilirken hangi mühendis alanından yararlanılmıştır?

Bu ürünlerin pazarlaması nasıl yapılmış olabilir?

Sürdürülebilir çevreye yönelik bu uygulamaların etkisini neler olabilir?

Taklit et- Tasarla

Gerçek yaşam problemi içeren aşağıdaki senaryo her öğrenci grubuna dağıtılır.

40 dakika süre verilir. Aşağıdaki yönerge doğrultusunda etkinliğe devam edilir. Aşağıda verilen senaryoyu dikkatlice okuyunuz. Sizden soruları yanıtlamanız ve son kısımda özgün bir tasarım çizmeniz beklenmektedir.

Etkinlik: Öğrenciler 5er kişilik heterojen olacak şekilde öğretmen tarafından gruplara ayrılır.

Görev: Bu süreçte öğrencilerden biyomimikri ve öğrendikleri basınç özelliklerinden yararlanarak bir tasarım yapmaları beklenmektedir.

Mühendislik Tasarım Süreci:

1. Sorunu Tanımlama:

Problem Tanımı: Bir inşaat firması, deprem bölgelerinde kullanılmak üzere yüksek dayanıklılığa sahip ve çevresel sürdürülebilirliği olan yeni bir bina tasarımı geliştirmek istemektedir. Geleneksel binalar, yer hareketi sırasında oluşan basınç kuvvetlerine karşı genellikle yeterince dayanıklı değildir ve maliyetli onarımlar gerektirir. Firma, doğada basınç ve titreşimle başa çıkma yeteneklerine sahip yapılar veya canlılardan ilham alarak, binaların dayanıklılığını ve esnekliğini artırmayı amaçlamaktadır. Öğrencilerden, doğada basınca dayanıklı yapılar (örneğin, ağaçların rüzgara karşı direnci, deniz kabuklularının sert ve esnek kabuk yapıları, veya bal peteğinin altıgen yapısı) üzerine araştırma yaparak, deprem bölgelerinde kullanılabilecek sürdürülebilir ve dayanıklı bir yapı tasarımı geliştirmeleri istenmektedir.

Kriterler ve Kısıtlamalar: : Tasarlanan ürün basınç ve biyomimikri konularından esinlenerek yapılmalıdır. Maliyeti 100 tl nin üzerinde olmamalıdır. Proje bitim süresi 2 saati geçmemelidir.

	<ul style="list-style-type: none"> • <p>2. Araştırma ve Beyin Fırtınası:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doğa Gözlemi: Doğada basınç özelliklerini etkili bir şekilde kullanan canlıları araştırın. Örümcekler, balinalar, denizanası gibi örnekleri inceleyin. • Bilgi Toplama: Örümcek ipeği, balina derisi ve lotus yaprağı gibi doğal malzemelerin basınç yönetimi özelliklerini araştırın. • Beyin Fırtınası: Ekip olarak doğadan ilham alarak hangi malzemeleri ve yapıları tasarlayabileceğinizi tartışın. <p>3. Taslak Çözümler Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Malzeme Seçimi: Doğadan ilham alarak dayanıklı ve hafif bir malzeme seçin. Bu malzemenin basınç özelliklerini nasıl yöneteceğinizi belirleyin. • Yapı Tasarımı: Malzemenizi kullanarak bir yapı tasarlayın. Bu yapı, katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerini nasıl kullanacak? Örneğin, yüksek basınca dayanıklı bir spor ekipmanı veya suyun basıncını minimize eden bir yüzey tasarlayın. • Farklı Alternatifler: Birden fazla taslak çözüm geliştirin ve her birinin avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirin. <p>4. Seçim Yapma ve Tasarımı Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En İyi Çözümü Seçme: En uygun çözümü seçin ve tasarımı detaylandırarak anlatın. • Tasarım Detayları: Malzemenizin çevre dostu ve sürdürülebilir bir şekilde üretilmesini sağlayacak yöntemleri araştırın. <p>5. Prototip Üretimi ve Test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototip Üretimi: Seçtiğiniz tasarımın prototipini oluşturun. • Test ve Değerlendirme: Prototipinizi test edin ve kriterleri sağlayıp sağlamadığını değerlendirin. Basınç altında nasıl davrandığını gözlemleyin. • Geri Bildirim ve İyileştirme: Test sonuçlarına dayanarak tasarımda iyileştirmeler yapın. <p>6. Son Tasarımı Tamamlama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son Tasarım: Testlerden elde edilen verilere dayanarak son tasarımınızı tamamlayın. • Uygulama Alanları: Tasarımınızın hangi alanlarda kullanılabileceğini ve gelecekteki potansiyel uygulamalarını değerlendirin.
--	---

	<p>7. Sunum ve Tartışma:</p> <ul style="list-style-type: none">• Proje Sunumu: Tasarımınızı ve araştırma bulgularınızı sınıfta sunun. Malzemenizin ve yapının basınç özelliklerini nasıl kullandığını açıklayın. Bir girişimci olarak sınıfta ürünlerini pazarlamaya çalışın.• Tartışma: Sınıfta, tasarımınızın avantajlarını ve dezavantajlarını tartışın. Bu malzemenin ve yapının hangi alanlarda kullanılabileceğini değerlendirin.
<p>Ölçme ve Değerlendirme:</p>	<p>Her öğrenci grubunun tasarımı sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenir. . Bir girişimci olarak sınıfta ürünlerini pazarlamaya çalışın.</p>



DERS PLANI 5

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf:	8.Sınıf
Ünite No-Adı:	6.Ünite:Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi
Konu:	Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları
Önerilen Ders Saati:	4 Saat

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	8.6.4.2.Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar. 8.6.4.5.Kaynakların tasarruflu kullanılmaması durumunda gelecekte karşılaşılabilecek problemleri belirterek çözüm önerileri sunar. TT.8.C.4.3. Gündelik hayatında var olan bir sorunun çözümünde biyotaklit kavramını kullanarak ürün tasarlar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Sürdürülebilir yaşam, kaynakların tasarruflu kullanımı, geri dönüşüm, biyomimikri
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Rol Yapma, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Ders kitabı, EBA, Akıllı tahta
Yapılacak Etkinlikler:	Dikkat Çekme: Öğretmen sınıfa girerken elinde bir su şişesi, bir enerji tasarruflu ampul ve geri dönüştürülmüş kağıt gibi günlük eşyalar getirir.
Güdüleme	Merhaba çocuklar. Hiç düşündünüz mü, su şişemizdeki suyu nereden geliyor, ampulümüz ne kadar enerji harcıyor veya kullandığımız kağıt nasıl geri dönüştürülüyor? Bugün bunları keşfedeceğiz ve kaynaklarımızı nasıl tasarruflu kullanabileceğimizi öğreneceğiz der ve derse giriş yapar.
	<p>SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMAHepimizin bildiği gibi Dünya nüfusu her geçen gün artmaktadır. Dünya nüfusundaki bu hızlı artışın doğa üzerinde etkileri kaçınılmazdır. Canlılar yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Dünya nüfusundaki hızlı artış hiç şüphesiz enerji kullanımını da artırmıştır. Enerji kullanımının artması doğal kaynaklara zarar verdiği gibi doğal çevreyi de olumsuz etkiler. İnsan ve doğa arasında denge kurarak, doğal kaynaklara zarar vermeden, kaynakların bilinçli olarak tüketilmesini sağlayarak gelecek nesillerin kalkınmasına imkân verecek şekilde bugünün ve geleceğin planlamasına sürdürülebilir kalkınma denir</p> <p>Sürdürülebilir kalkınmanın faydaları nelerdir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atık maddeler azalacağı için çevreye zarar verilmez. • Kaynaklar etkin olarak kullanıldığı için dünya daha yaşanabilir olacaktır. • Sürdürülebilir kalkınma insan ve doğanın birbiri ile uyum içinde olmasını sağlar. • Doğal çevre korunmakla birlikte, kalkınma sürdürülebilir hale gelmektedir. • Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sayesinde kaynaklar israf edilmez. • Doğal kaynaklar korunur bu sayede gelecek nesillerin ihtiyaçları karşılanmış olur.

	<ul style="list-style-type: none"> • Kaynakların fazla kullanılması engellendiği için hayat kalitesi ve ekonomiye katkı sağlayacaktır. • Geri dönüşümün önem kazanmasından dolayı çeşitli iş olanakları sağlanacak, doğal kaynak kullanımı azalacaktır. <p>Sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilmek için; doğal kaynakların tasarruflu kullanılması, endüstriyel ve bireysel faaliyetlerin doğal çevreye zarar vermemesi ve sosyal anlamda insanlar arasındaki eşitsizliklerin en aza indirilerek herkes için adil hayat şartlarına ulaşılması hedeflenmektedir. Dersin sonunda öğrencilerin bilgilerini pekiştirmek ve eksikliklerini tamamlamak için ekte yer alan çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır ve öğrenciler ile birlikte çalışma kağıdı üzerinden ilgili kazanımlar ile ilgili öğrencilerin " Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar." kazanımına yönelik konu pekiştirilir Sonra biyomimikri öğretim yöntemi yaklaşımı uygulanır.</p>
<p>Gözlem</p>	<p>Bir su damlasının yolculuğunu veya enerji tasarruflu bir ampulün hikayesini anlatan kısa bir video izletir. "Bir su damlasının musluğunuza gelene kadar nasıl bir yolculuk yaptığını biliyor musunuz? Gelin birlikte izleyelim." Termit yuvalarının doğal havalandırma sistemleri ile ilgili video izletir ve çocuklara sorular sorar. Öğrencilere akıllı tahtadan görseller açılır.</p> <div data-bbox="531 891 1326 1312">  </div> <div data-bbox="531 1402 1337 1738">  </div> <p>Verilen bu iki canlının isimlerini tahmin etmeleri istenir. Tahminler sonucunda namib böceği ve termit yuvaları oldukları belirtilir.</p> <p>Keşfet Görseldeki canlılar hangi teknolojik gelişmeye sebep olmuştur? Görsel akıllı tahtadan öğrencilere gösterilir.'Görseldeki alet sizce nedir?Buradaki şekillerin benzediği bir yapı var mı?' soruları yöneltilir. Sizce yukarıdaki görsellerden hangisinde tasarruf söz konusudur? Termit yuvalarının özelliklerini fen bilimleri açısından nasıl açıklayabilirsiniz? Malzemeler geliştirilirken hangi mühendis alanından yararlanılmıştır?</p>

	<p>Bu ürünlerin pazarlaması nasıl yapılmış olabilir? Sürdürülebilir çevreye yönelik bu uygulamaların etkisini neler olabilir?</p> <p>TAKLİT ET TASARLA ETKİNLİK: Biyomimikri Tasarım Atölyesi</p> <p>Etkinlik: Öğrenciler 5er kişilik heterojen olacak şekilde öğretmen tarafından gruplara ayrılır.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Görev: Öğrencilerden doğadan ilham alarak bu malzemenin tasarımını ve üretim sürecini planlamanız isteniyor. Bu süreçte biyomimikriden esinlenerek malzemenizi geliştireceksiniz. Öğrencilere, çöl böceklerinin su toplama yöntemlerini kullanarak su tasarrufu sağlayan bir cihaz tasarlama istenir. • Malzemeler: Kağıt, karton, yapıştırıcı, boya kalemleri, ip vb <p>Mühendislik Tasarım Süreci:</p> <p>1. Sorunu Tanımlama:</p> <p>Problem Tanımı: Dünya nüfusunun artması ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi, su, enerji ve gıda gibi hayati kaynakların gelecekte erişilebilirliğini tehdit ediyor. Özellikle kaynakların tasarruflu kullanılmaması, çevresel sorunların yanı sıra insan yaşamını da olumsuz etkileyebilir. Bu sorunlarla başa çıkmak ve daha sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için yenilikçi mühendislik çözümlerine ihtiyaç vardır. Sizden, mühendislik bakış açısıyla çevre dostu ve doğadan ilham alan bir ürün tasarımı yapmanız istenmektedir. Bu tasarım, kaynakların tasarruflu kullanımını sağlamalı ve biyotaklit (biyomimikri) yaklaşımını içermelidir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kriterler ve Kısıtlamalar: Malzeme ve yapı, çevre sorunlarına yanıt aramalı biyomimikri ile kullanılmalıdır. Çevre dostu ve sürdürülebilir olmalıdır. Yapım aşaması 2 ders saatini geçmemeli ve geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılmalıdır. Maaliyeti 100 tl yi geçmemelidir. <p>2. Araştırma ve Beyin Fırtınası:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doğa Gözlemi: Doğada geri dönüşüm özelliklerini etkili bir şekilde kullanan canlıları araştırın. Termitler, namib böceği, denizanası gibi örnekleri inceleyin. • Bilgi Toplama: Termit yuvalarının ve namib böceği gibi canlıların kullandığı doğal yöntemin özelliklerini araştırın. • Beyin Fırtınası: Ekip olarak doğadan ilham alarak hangi malzemeleri ve yapıları tasarlayabileceğinizi tartışın. <p>3. Taslak Çözümler Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Malzeme Seçimi: Doğadan ilham alarak dayanıklı ve hafif bir malzeme seçin. Bu malzemenin tasarruf sürecinde özelliklerini nasıl yöneteceğinizi belirleyin. • Yapı Tasarımı: Malzemenizi kullanarak bir yapı tasarlayın.
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Farklı Alternatifler: Birden fazla taslak çözüm geliştirin ve her birinin avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirin. <p>4. Seçim Yapma ve Tasarımı Geliştirme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En İyi Çözümü Seçme: En uygun çözümü seçin ve tasarımı detaylandırın. • Tasarım Detayları: Malzemenizin çevre dostu ve sürdürülebilir bir şekilde üretilmesini sağlayacak yöntemleri araştırın. Biyoteknoloji kullanarak malzemenizin üretim sürecini optimize edin. <p>5. Prototip Üretimi ve Test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototip Üretimi: Seçtiğiniz tasarımın prototipini oluşturun. • Test ve Değerlendirme: Prototipinizi test edin ve performansını değerlendirin. • Geri Bildirim ve İyileştirme: Test sonuçlarına dayanarak tasarımda iyileştirmeler yapın. <p>6. Son Tasarımı Tamamlama:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son Tasarım: Testlerden elde edilen verilere dayanarak son tasarımınızı tamamlayın. • Uygulama Alanları: Tasarımınızın hangi alanlarda kullanılabileceğini ve gelecekteki potansiyel uygulamalarını değerlendirin. <p>7. Sunum ve Tartışma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proje Sunumu: Tasarımınızı ve araştırma bulgularınızı sınıfta sunun. Malzemenizin ve yapının geri dönüşüm özelliklerini nasıl kullandığınızı açıklayın. • Tartışma: Sınıfta, tasarımınızın avantajlarını ve dezavantajlarını tartışın. Bu malzemenin ve yapının hangi alanlarda kullanılabileceğini değerlendirin.
--	---

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Her öğrenci grubunun tasarım çizimlerini sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenir
--------------------------------	--

EK-8.Uygulama Etkinlik Sayfaları

“ADAPTASYON VE BİYOMİMİKRİ” Çalışma Kağıdı MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ Proje Ekip Adı:

	Proje Ekibi	Rolü
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Proje Sloganınız:

Senaryo:

Bir grup mühendis, havacılık endüstrisinde kullanılan insansız hava araçlarının (İHA) performansını artırmak istemektedir. Geleneksel İHA'lar, manevra kabiliyeti ve hava akımı kontrolü açısından sınırlamalar yaşamaktadır. Mühendisler, yusuftuk böceğinin havadaki olağanüstü manevra yeteneklerinden ilham almayı planlamaktadır. Yusuftuklar, hızlı ve yön değiştirirken havada sabit kalabilme yetenekleri ile dikkat çekmektedir.

- Yukarıdaki senaryoda problem nedir?

- Probleme çözüm önerileriniz nelerdir?

- Belirlemiş olduğunuz en iyi çözüm önerisi nedir?

- Yapacağınız sistemi size verilen kâğıtlara çizin.
➤ Kullanacağınız malzemelerin adedi ve fiyatını aşağıdaki tabloya yazınız.

Malzeme ve Fiyat Listesi

Gerekli Malzemeler	Adet	Birim Fiyatı	Toplam
Genel Toplam			

- Tasarımınızı satışa sunacağınız toplam fiyatı aşağıdaki kutuda belirtiniz.
- Şimdi de çizdiğimiz tasarımı yapmaya başlayalım.

➤ Prototipin yapılması:

Prototipin tasarımını yapmadan önce prototipin çizimini yapmanızda fayda vardır. Her grup üyesi ayrı ayrı kriterlere dikkat ederek prototipin çizimini aşağıdaki boş kutucuğa yapacaktır. Çizimler yapıldıktan sonra grupça çizimlerin iyi ve yanlış yönlerini tartışacaktır. Tartışma sonunda grubun prototipini yapacağı çizim boş bir sayfaya çizilerek karara varılacaktır.

Prototipin Test Edilmesi

Prototipi test ederek problemin çözümü için yeterli olup olmadığını tartışınız.

KRİTERLER	KRİTERLERİ SAĞLAMA DURUMU	SONUÇ
MALİYET	100 tl altı	
	100 tl	
	100 tl üstü	
GÖRÜNÜM	Uçuş aracı görünümüne sahip	
	Uçuş aracı görünümüne sahip değil	
ZAMAN	Belirtilen sürede bitti	
	Belirtilen sürede bitmedi	
MALZEME SAYISI	5-10 arası malzeme sayısı	
	10 ve üstü malzeme sayısı	

DEĞERLENDİRİLİM-GELİŞTİRİLİM

- Adaptasyon ve Biyomimikri amaçlı tasarımınız hangi özellikleri içermektedir?

- Harcanan malzeme maliyeti nedir?

- Tasarımınız verilen kriterlere uygun mu?

- Tasarımınızın güçlü yönleri nelerdir?

- Tasarımınızın zayıf yönleri nelerdir?

- Tasarımınız tanıtmak için hangi reklam yollarını uyguladınız?

ŞİMDİ SATIŞ ZAMANI ☺

“Sevgili öğrenciler mühendis rollerinize bürünerek tasarımlarınızı ortaya çıkardınız. Ortaya çıkardığınız bu ürünlerin ise herkes tarafından bilinmesi ve beğenilmesi oldukça önem arz eder. Sizler kendinizi şimdi de birer satış temsilcisi olarak düşünün ve bu role bürünün. Karşınızda ürünü merak eden, incelemek isteyen ve eğer beğenirse satın alacak bir insan kitlesi olduğunu hayal edin.”

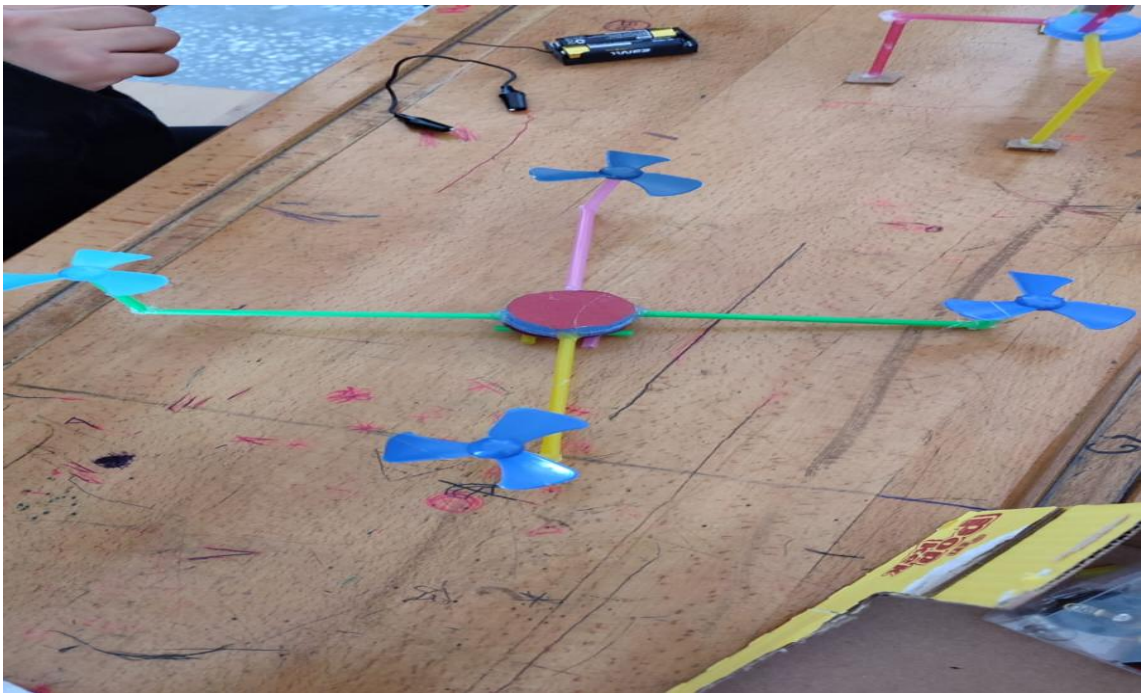
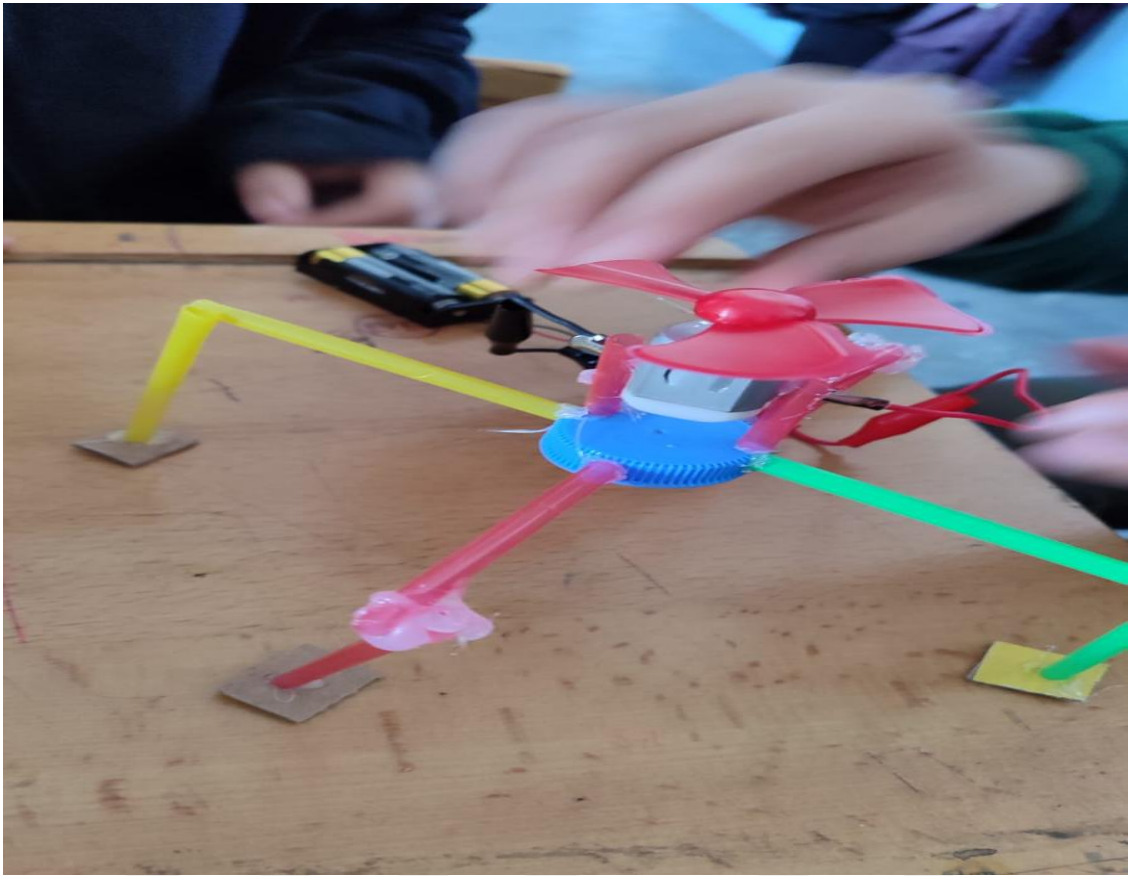
1-Sizler birer satış temsilcisi olarak bu ürünü insanlara nasıl tanıttırdınız?

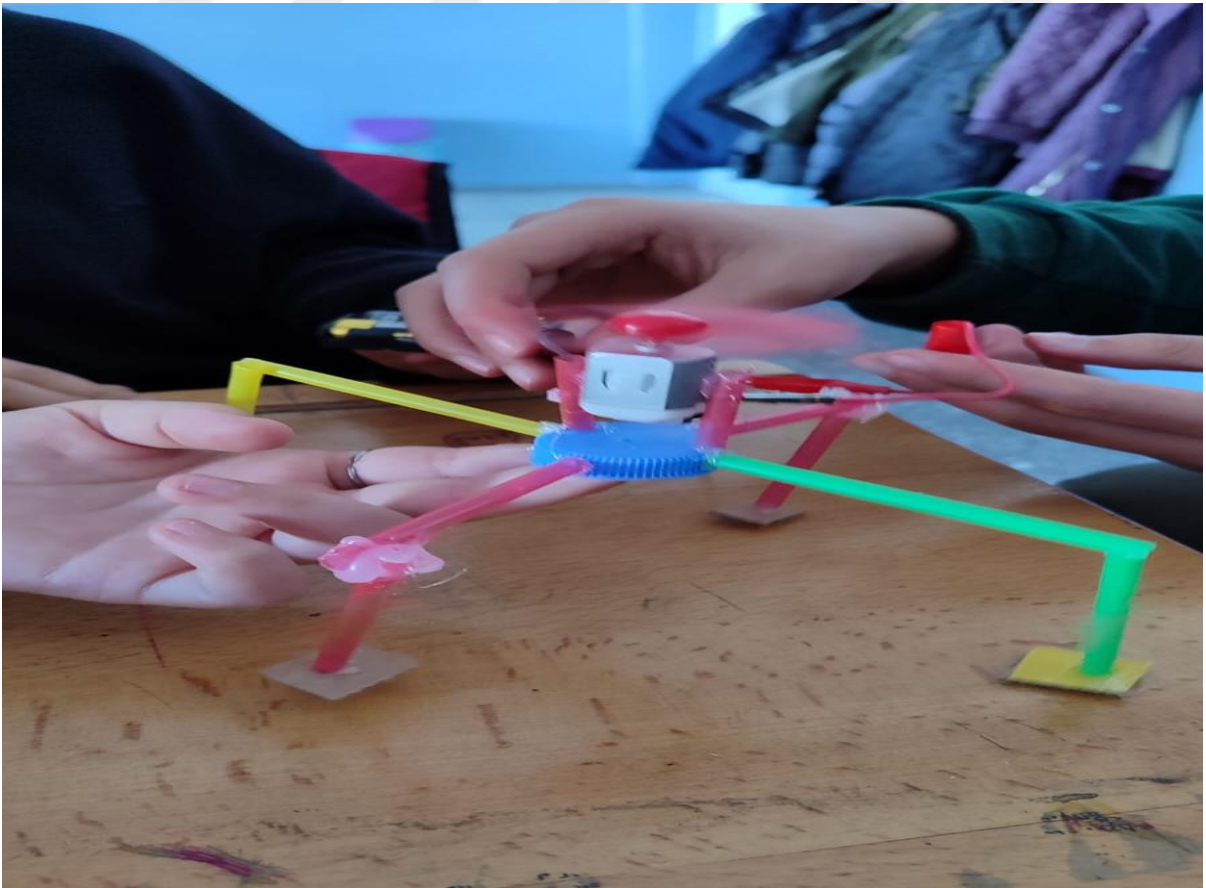
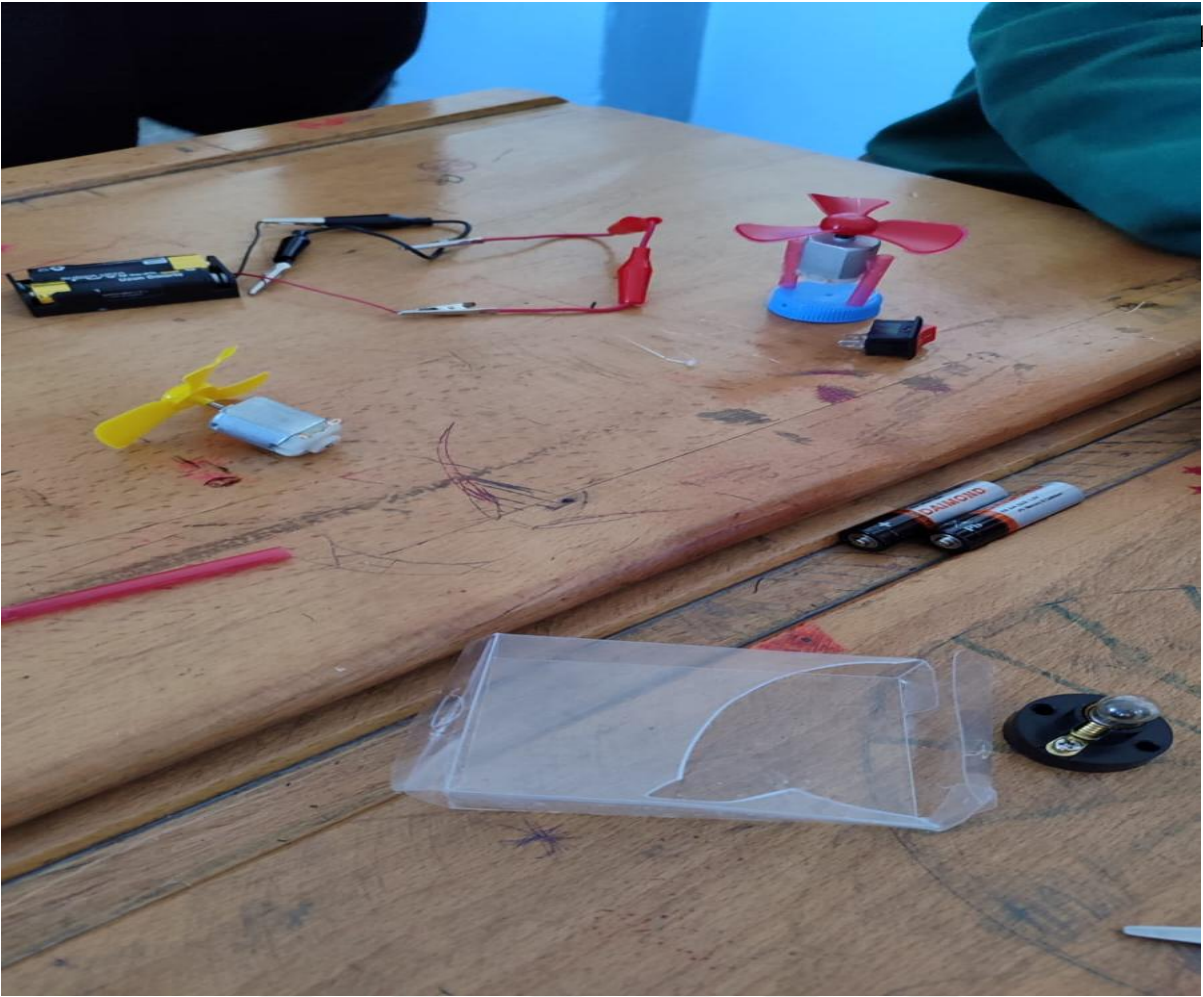
2-Hangi reklam yollarını kullanırsınız?

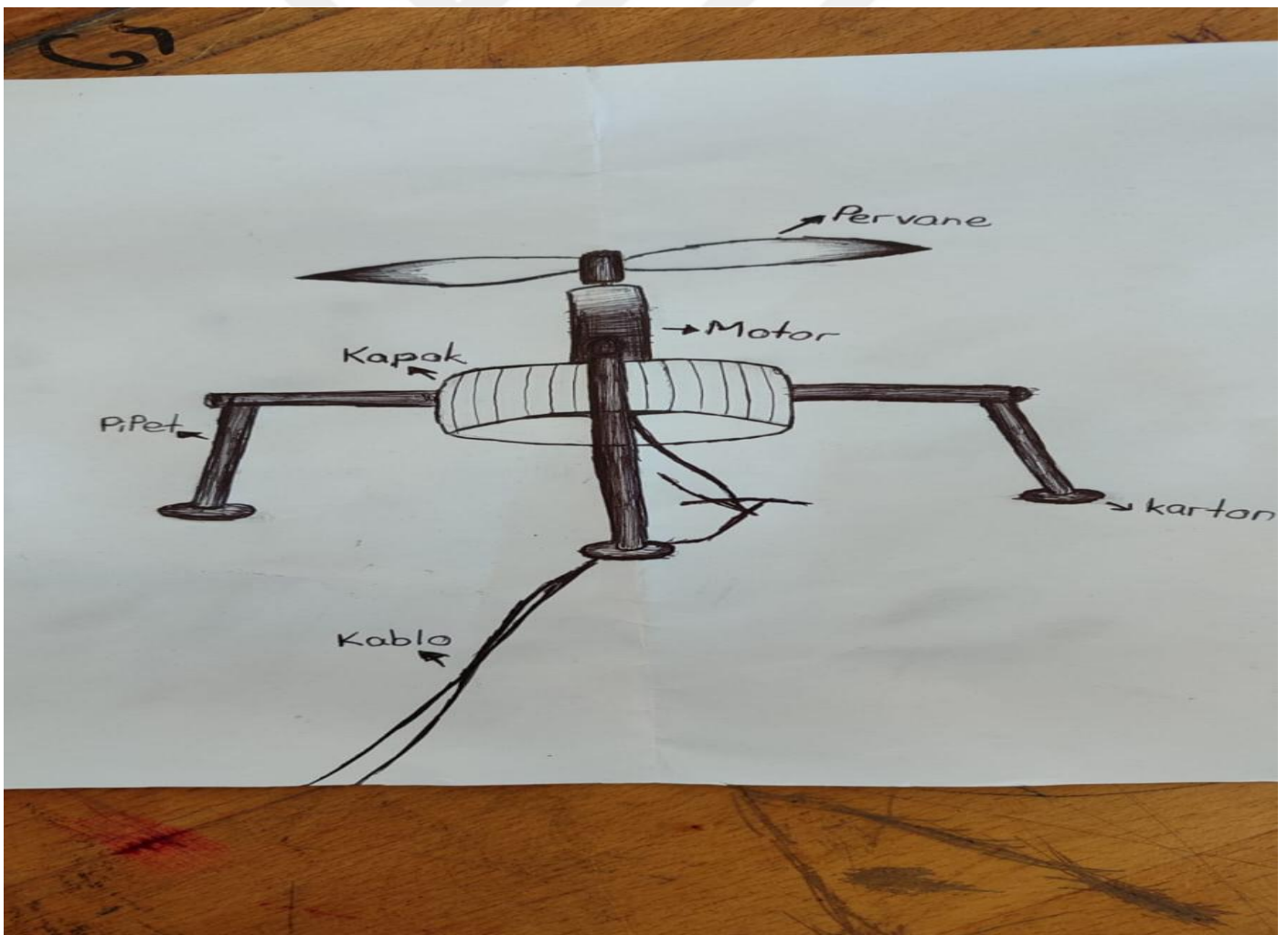
3.Sizin yaptığınız bu tasarımın hedef kitlesi kimlerdir? Yani bu ürünü kimlere tanıtmalısınız?

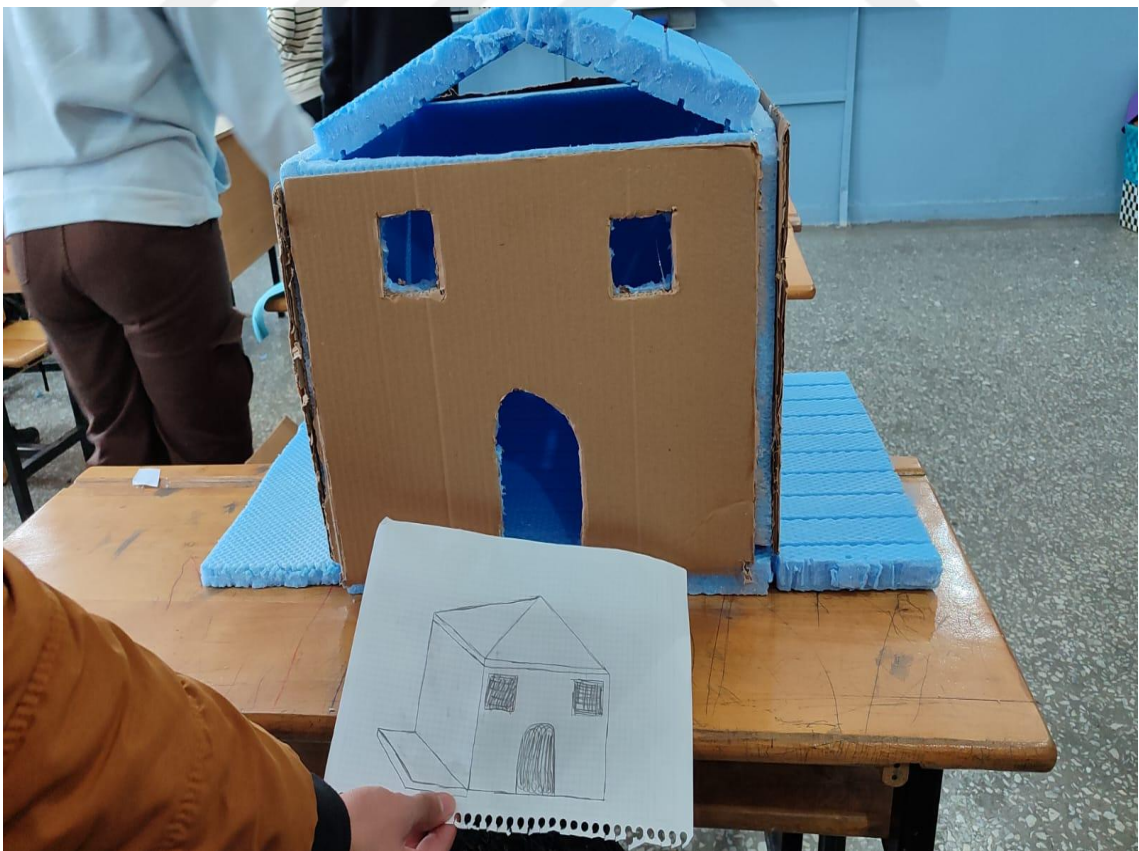
4-Ürünü hedef kitlenize tanıtmak için nasıl bir yol izlediniz?

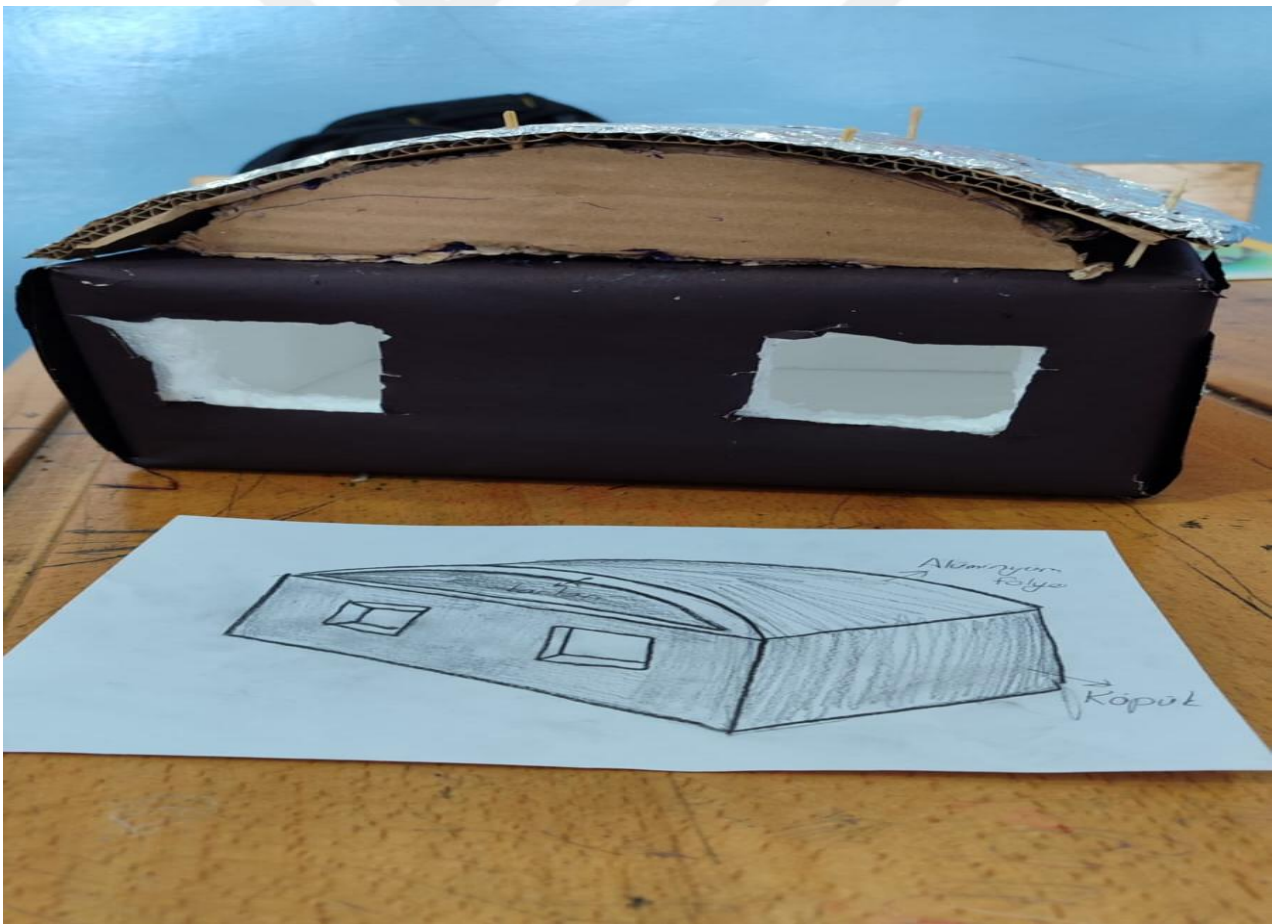
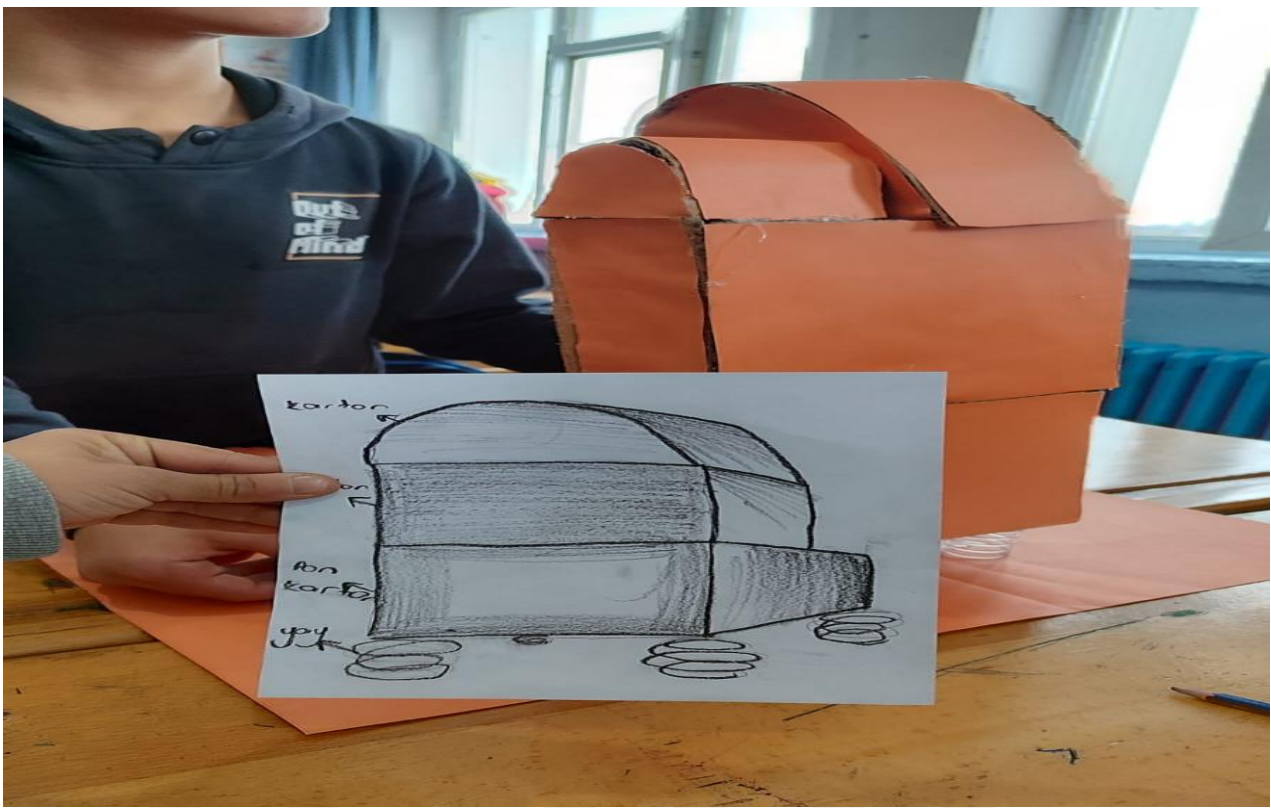
K-9.Uygulama Aşamasından Örnek Fotoğraflar

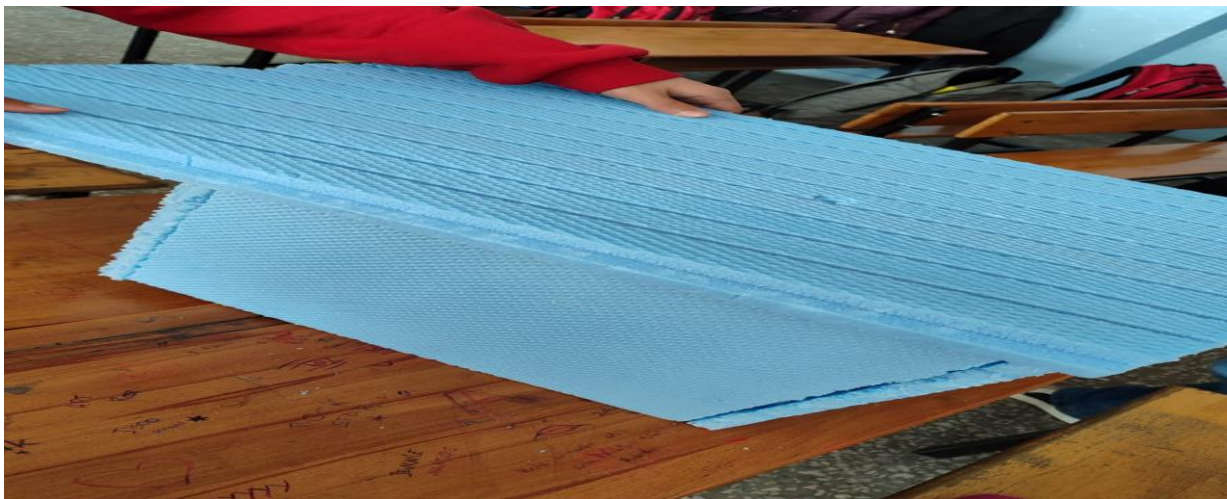


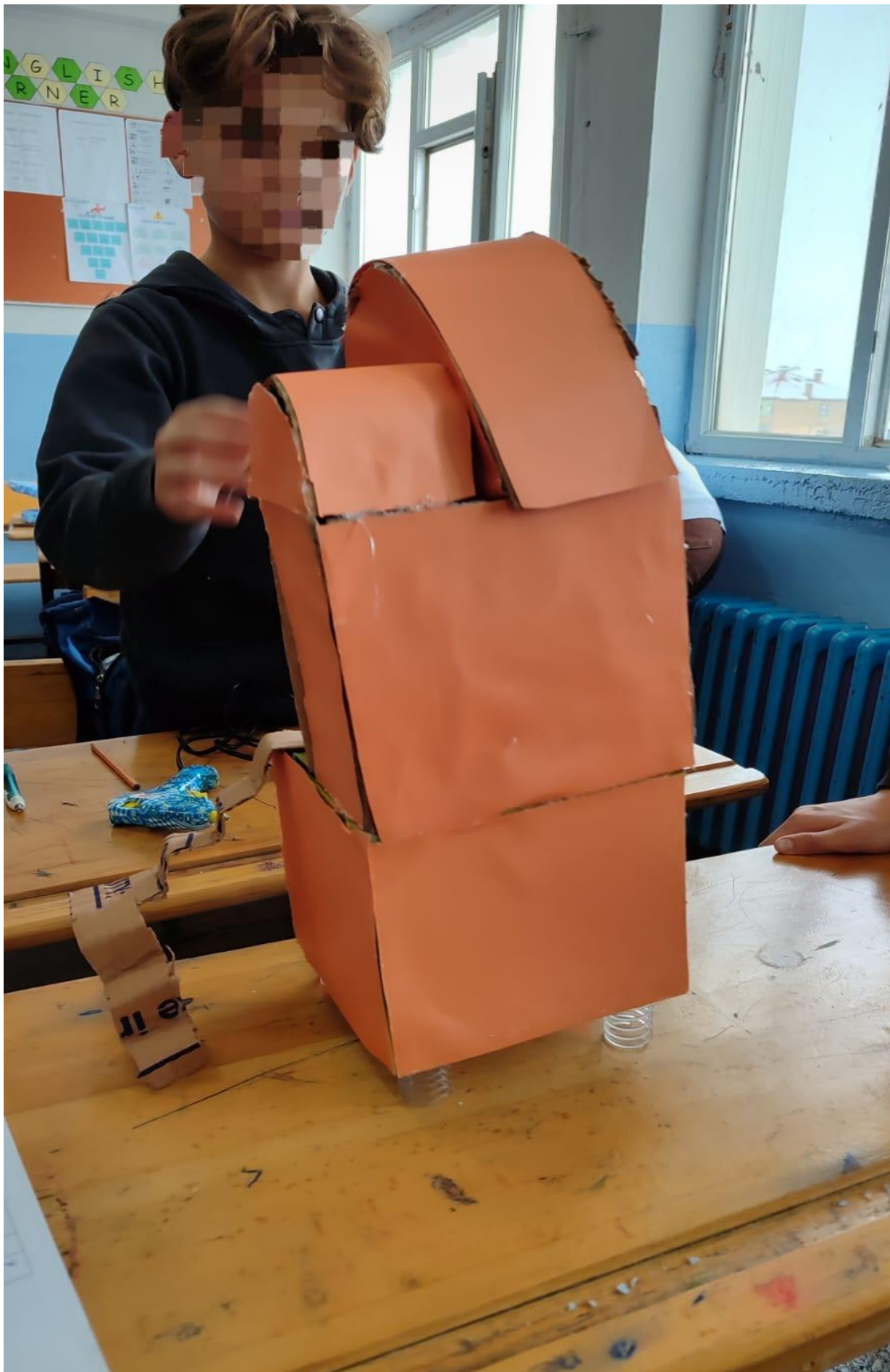




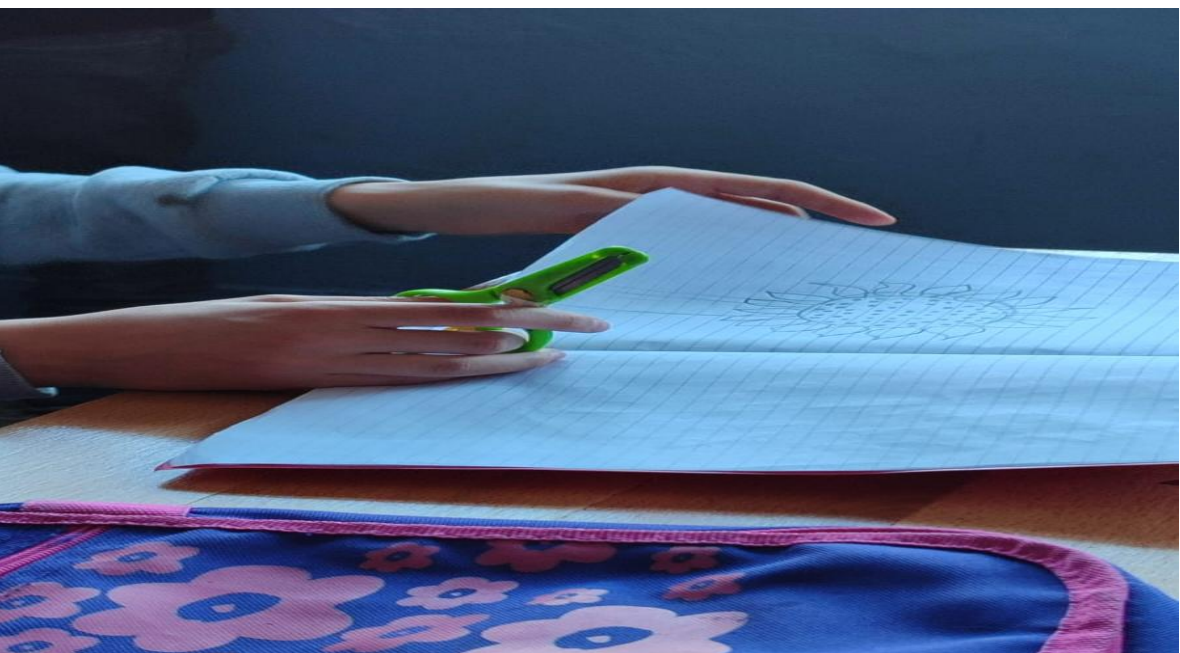


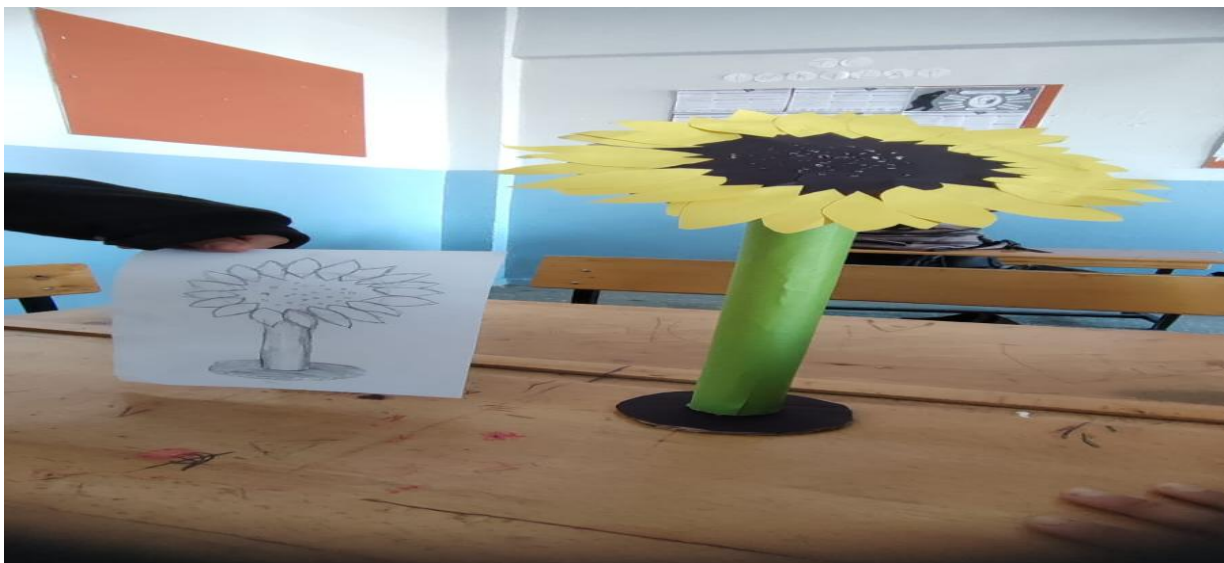


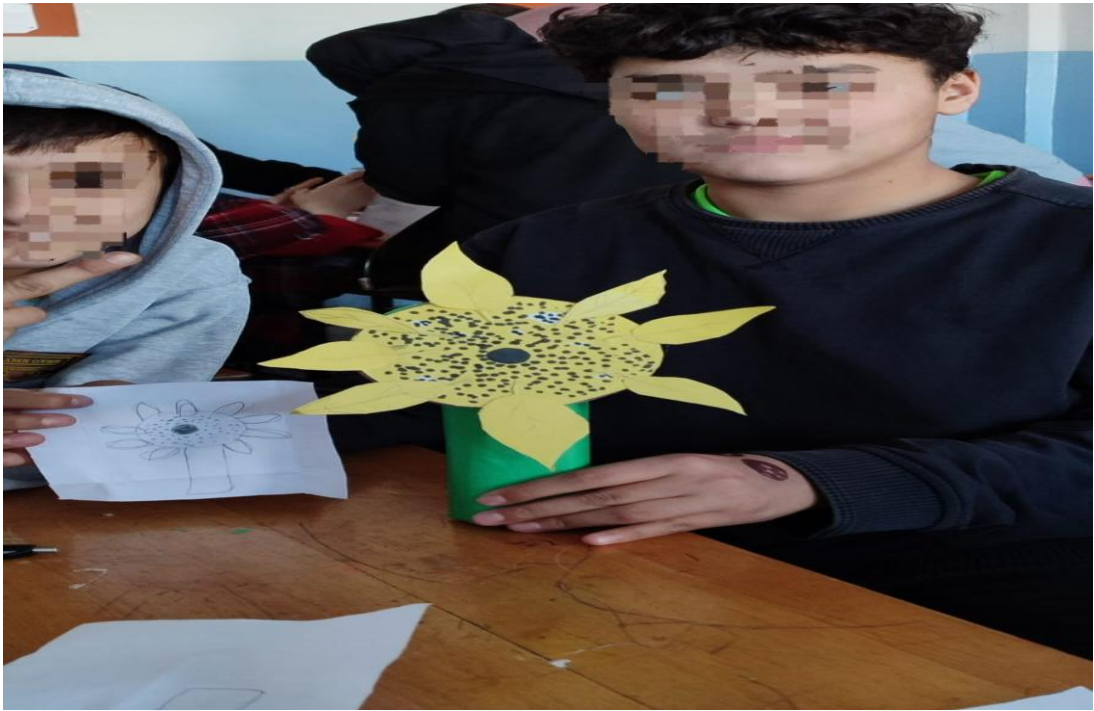










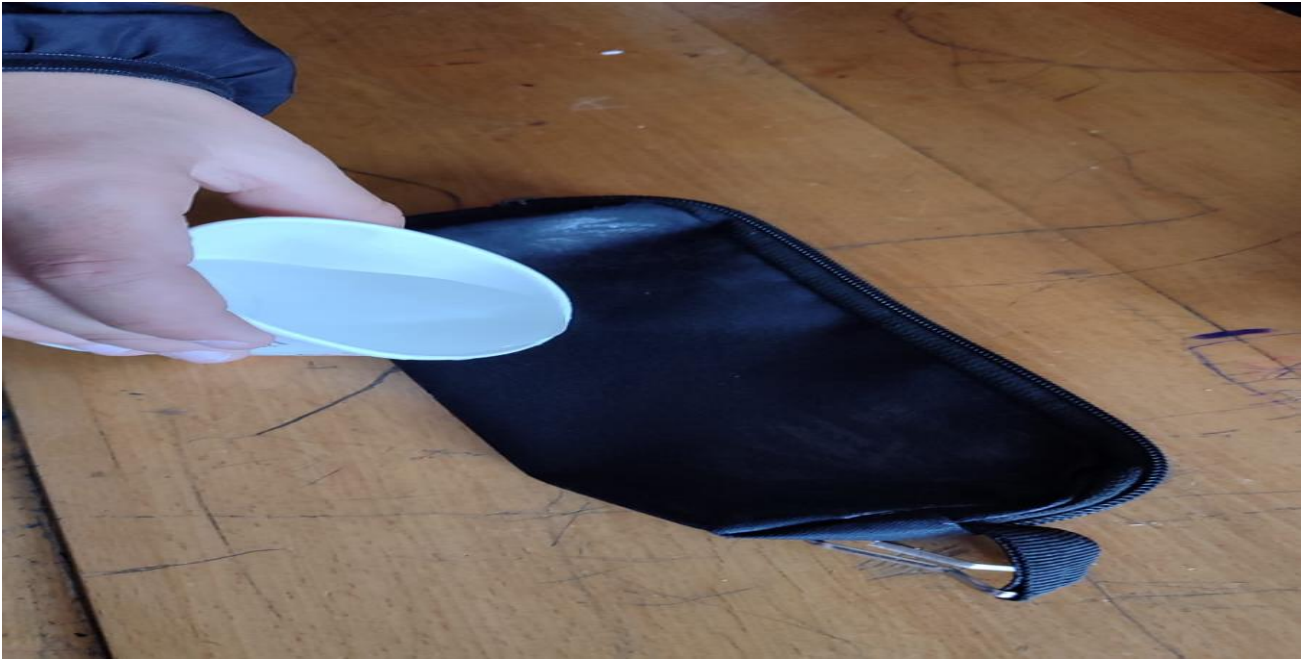












ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Asiye YANIK

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Anadolu İmam Hatip Lisesi, Çubuk, ANKARA	2015
Üniversite	: Ahi Evran Üniversitesi Merkez, KIRŞEHİR	2019
Yüksek Lisans	: Muş Alparslan Üniversitesi, Merkez, MUŞ	2025
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2020-2024	Gölbaşı Ortaokulu	Fen Bilimleri Öğretmeni
2024-Devam Ediyor	Güroymak Ortaokulu	Fen Bilimleri Öğretmenliği