



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi

FEN EĞİTİMİNDE BİYOMİMİKİRİ ÖĞRETİM YAKLAŞIMININ ÖĞRENCİLERİN
21. YÜZYIL BECERİLERİNE VE YARATICILIKLARINA ETKİSİ

Betül AYDIN

Doktora Tezi

Ankara, 2023

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En iyiye...



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi

FEN EĞİTİMİNDE BİYOMİMİKRI ÖĞRETİM YAKLAŞIMININ ÖĞRENCİLERİN
21. YÜZYIL BECERİLERİNE VE YARATICILIKLARINA ETKİSİ

THE EFFECT OF TEACHING BIOMIMICRY APPROACH IN SCIENCE EDUCATION ON
STUDENTS' 21ST CENTURY SKILLS AND CREATIVITY

Betül AYDIN

Doktora Tezi

Ankara, 2023

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Bet¼l AYDIN'ın hazırladığı “FEN EğİTİMİNDE BİYOMİMİKİRİ ÖğRETİM YAKLAğIMININ ÖğRENCİLERİN 21. Y¼ZYIL BECERİLERİNE VE YARATICILIKLARINA ETKİSİ” bağlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı

J¼ri Üyesi (Danışman)

J¼ri Üyesi

J¼ri Üyesi

J¼ri Üyesi

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Y¼netmeliđi'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından 27 / 11 / 2023 tarihinde uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼ M¼d¼r¼

Öz

Bu araştırmanın amacı, biyomimikri odaklı öğretimin öğrencilerin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri ile Yaratıcılık Becerileri üzerindeki etkisini belirlemektir. Araştırma 2021–2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Ankara il merkezinde bulunan bir ortaokulda Fen Bilimleri dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu beşinci sınıflarda iki şube deney grubu (n=46), bir şube kontrol grubu (n=22); yedinci sınıflarda ise bir şube deney (n=24) bir şube kontrol grubu (n=24) olmak üzere toplam 116 öğrenci oluşturmaktadır. Deney ve kontrol gruplarında öğretim araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Araştırmanın nicel verileri “Yaratıcılık Ölçeği” ile “21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği” kullanılarak toplanmıştır. Nitel veriler için “Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi” kullanılmış ve uygulama sonrasında deney grubunda bulunan 10 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak öğrencilerin biyomimikri uygulamalarıyla ilgili görüşleri alınmıştır. Çalışmada karma araştırma yönteminden yararlanılmıştır. Çalışma boyunca elde edilen nicel veriler Jamovi 2.3.18 paket programı ile analiz edilmiştir. Araştırmada bağımsız gruplar t-testi, bağımlı gruplar t-testi ve ANCOVA istatistikleri uygulanmıştır. Biyomimikriye dayalı uygulamaların öğrencilerde 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri ile Yaratıcılık Becerilerinin geliştirilmesine katkıda bulunduğu, sürdürülebilir tasarımlar için doğanın ilham kaynağı olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testinin son test olarak uygulanmasında, öğrencilerin bilimsel bilgi içeren cümle örnekleri üzerinde daha fazla çalıştığı ve daha bilimsel ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, görüşmelerden elde edilen verilerin analizi, deney grubundaki öğrencilerin biyomimikri uygulamaları sayesinde hayal güçlerinin geliştiğini ifade ettiklerini ve bu gelişmenin onların inovatif ürünler geliştirmelerine olumlu bir katkı sağladığını ortaya koymuştur. Araştırmanın sonuçlarının, diğer biyomimikri odaklı eğitim/öğretim araştırmaları için yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: fen eğitimi, STEM, biyomimikri, 21. yüzyıl becerileri, yaratıcılık

Abstract

The purpose of this research is to determine the impact of biomimicry-focused instruction on students' 21st Century Learning and Innovation Skills and Creativity Skills. The research was conducted within the scope of the Science course in a middle school located in Ankara city center during the 2021-2022 academic year. The study group of the research consists of a total of 116 students: two experimental groups (n=46) and one control group (n=22) in the fifth grade, and one experimental group (n=24) and one control group (n=24) in the seventh grade. The instruction was implemented by the researcher. Quantitative data of the research were collected using the "Creativity Test" and the "21st Century Learning and Innovation Skills Scale." The "Independent Word Association Test" was used for qualitative data, and semi-structured interviews were conducted with 10 students in the experimental group after the application. A mixed research method was employed in the study. The quantitative data collected throughout the study were analyzed using the Jamovi 2.3.18 package program. Independent samples t-tests, paired samples t-tests, and ANCOVA statistics were applied in the research. It was observed that biomimicry-based applications contributed to the improvement of students' 21st Century Skills and Creativity Skills. In the application of the Independent Word Association Test as the final test, it was determined that students used more scientific expressions. Additionally, students in the experimental group expressed that their imagination improved thanks to biomimicry applications. The results of the research are considered to be guiding for other biomimicry-focused educational research.

Keywords: science education, STEM, biomimicry, 21st century skills, creativity

Teşekkür

Sayın danışmanım Prof. Dr. Fitnat Kaptan, sizin önderliğinizde bu yolda ilerlemek büyük bir ayrıcalıktı. Akademik çalışmam boyunca verdiğiniz rehberlik, motivasyon ve öğretici yaklaşımınızla beni yönlendirdiğiniz için çok teşekkür ederim.

Sayın Prof. Dr. Oktay Bektaş, tanımaktan onur duyduğum, akademik yaşamımın her ihtiyaç duyduğum anında bana kılavuzluk edip bilgi ve tecrübelerini paylaşarak desteğini esirgemeyen hocam, size teşekkürü bir borç bilirim.

Sevgili babam Aytekin Yeşil ve annem Fatma Yeşil, bu günlere gelmemde emekleriniz çok büyük. Ve ebeveynlerimin bana en büyük armağanı olan kardeşlerim, manevi destekleriniz olmasaydı bu seviyede bir eğitimi arzulamazdım. Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tez sürecinde de yanımda olduğu için aileme minnetlerimi sunmak isterim.

Eşim Sinan Aydın, her konuda olduğu gibi doktora eğitimim sürecinde de anlayışın, en zorlu anlarda sonsuz destek ve fedakârlığınla yanımda olduğun için çok şanslıyım. Yükümü hafifleterek bana inandığın bu yolculuğun her anı benim için seninle daha anlamlı ve güçlüydü, teşekkür ederim.

Sevgili evlatlarım Kerem Aydın ve Levent Aydın, varlığınız ve sıcacık gülümsemeniz benim için en büyük motivasyon kaynağıdır. Tez çalışmalarım esnasında endişeli ve yoğun olduğum zamanları bile anlayışla karşılayarak sabır gösteren canım oğullarıma minnettarım. Ne şanslıyım ki varlığınızla hayatımı renklendiriyorsunuz.

İsimlerini saymadığım, bu süreçte bana destek olan tüm sevgili öğrencilerim, değerli öğretmen arkadaşlarım, dostlarım ve saygıdeğer hocalarıma sonsuz teşekkürler.

İçindekiler

Kabul ve Onay.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	iv
Teşekkür.....	v
Tablolar Dizini.....	x
Şekiller Dizini.....	xiii
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	xiv
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	3
Araştırma Problemi.....	5
Sayıtlılar.....	6
Sınırlılıklar.....	7
Tanımlar.....	7
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	8
Fen Eğitimi.....	8
Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı ve Fen Eğitimindeki Yeri.....	10
Fen Eğitimi ve STEM.....	13
Fen Eğitiminde Yaratıcılığın Rolü.....	14
Fen Eğitiminde 21. Yüzyıl Becerilerinin Önemi.....	16
Biyomimikri.....	20
Biyomimikrinin Felsefesi ve Temel Prensipleri.....	20
Geçmişten Günümüze Biyomimikri.....	25
Biyomimikrinin Kullanım Alanları ve Örnekleri.....	26

Biyomimikri ve Fen Eğitimi	32
Fen eğitiminde STEM ve Biyomimikri.....	32
Biyomimikrinin Fen Öğretmenleri Tarafından Kullanımı	38
Biyomimikriye Dayalı Fen Eğitimi Projelerinin Örnekleri	40
MIMIC Öğretim Yaklaşımı	42
İlgili Araştırmalar	45
Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar	46
Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar	52
Bölüm 3 Yöntem.....	60
Araştırma Yöntemi	60
Çalışma Grubu.....	62
Veri Toplama Süreci ve Etik.....	64
Veri Toplama Araçları	65
21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği	66
Yaratıcılık Ölçeği (Ne Kadar Yaratıcısınız?).....	67
Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi.....	68
Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler.....	68
COPUS Sınıf Gözlem Formu	69
Deney Grubu Ders Planlarının Hazırlanması	70
Verilerin Analizi	85
Nicel Verilerin Analizi	85
Nitel Verilerin Analizi.....	93
Araştırmanın İç - Dış Geçerliliği ve Güvenirlik	95
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar.....	98
Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	98

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	101
Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	103
Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	104
Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	106
Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	109
Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	111
Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	112
Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	115
Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	127
COPUS Sınıf Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular	145
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler	151
Araştırmanın Nicel Bulgularına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma.....	151
Yaratıcılık Ölçeği Puanlarına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	151
21.yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Puanlarına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	154
Araştırmanın Nitel Bulgularına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma.....	158
Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	159
Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlara İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	162
Öneriler	166
Kaynaklar	169
EK-A: 21. YÜZYIL ÖĞRENME VE YENİLENME BECERİLERİ ÖLÇEĞİ.....	189
EK-B: YARATICILIK ÖLÇEĞİ.....	192
EK-C: GÖRÜŞME FORMU	195
EK-D: BAĞIMSIZ KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ	198
EK-E: COPUS- SINIF GÖZLEM FORMU	199
EK-F: KISALTILMIŞ COPUS- SINIF GÖZLEM FORMU KODLARI.....	201
EK-G: 5. SINIFLAR DENEY GRUBU DERS PLANI	202

EK-H: 7. SINIFLAR DENEY GRUBU DERS PLANI	257
EK-I: DENEY GRUBUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ETKİNLİKLER	295
EK-J: ÖLÇEK İZİNLERİ.....	326
EK-K: Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi.....	328
EK-L: Etik Beyanı	329
EK-M: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu.....	330
EK-N: Thesis/Dissertation Originality Report.....	331
EK-O: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	332

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Çalışma Gruplarının Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması</i>	63
Tablo 2 <i>Veri Toplama Araçları</i>	65
Tablo 3 <i>Yaratıcılık Ölçeği Puanları</i>	67
Tablo 4 <i>5.Sınıf Deney Gruplarında Uygulanan Biyomimikri ile Bağlantı Etkinlikleri</i>	70
Tablo 5 <i>7. Sınıf Deney Gruplarında Uygulanan Biyomimikri ile Bağlantı Etkinlikleri</i>	72
Tablo 6 <i>Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Değerleri</i>	86
Tablo 7 <i>Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	87
Tablo 8 <i>Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Betimsel İstatistik Değerleri</i>	88
Tablo 9 <i>Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	88
Tablo 10 <i>Beşinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Betimsel İstatistik Değerleri</i>	89
Tablo 11 <i>Beşinci Sınıf Öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	90
Tablo 12 <i>Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Betimsel İstatistik Değerleri</i>	91
Tablo 13 <i>Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	92
Tablo 14 <i>Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri</i>	99
Tablo 15 <i>Deney Grubu Öğrencileri Yaratıcılık Ölçeği Puanlarına Ait Normallik Analizi Sonuçları</i>	99
Tablo 16 <i>Deney Grubu Öğrencilerine Ait Yaratıcılık Ölçeğine Ait Puanların Varyansların Homojenliği- Levene's Testi Sonuçları</i>	100
Tablo 17 <i>Deney Grubu Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları</i>	100

Tablo 18 <i>Deney Grubu Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri</i>	101
Tablo 19 <i>Deney Grubu Öğrencilerine Ait Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	102
Tablo 20 <i>Deney Grubu Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları</i>	102
Tablo 21 <i>Kontrol Grubunun Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları</i>	103
Tablo 22 <i>Yaratıcılık Ölçeği Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri</i>	104
Tablo 23 <i>Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	105
Tablo 24 <i>Yaratıcılık Ölçeği Son-test Puanlarına Ait Varyansların Homojenliği-Levene's Testi Sonuçları</i>	105
Tablo 25 <i>Deney ve Kontrol Grupları Yaratıcılık Ölçeği Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları</i>	105
Tablo 26 <i>21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri</i>	107
Tablo 27 <i>Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları</i>	107
Tablo 28 <i>Deney Grubu Öğrencilerine Ait 21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerilerinin Varyansların Homojenliği İçin Levene's Testi Sonuçları</i>	108
Tablo 29 <i>Deney Grubu Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğinden Elde Edilen Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları</i>	108
Tablo 30 <i>21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Deney Grubu Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri</i>	109
Tablo 31 <i>21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Deney Grubuna Ait Normallik Analizi Sonuçları</i>	110
Tablo 32 <i>Deney Grubunun Öğrencilerinin 21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına Ait t-testi Sonuçları</i>	110
Tablo 33 <i>Kontrol Grubunun 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları</i>	112
Tablo 34 <i>21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri</i>	113

Tablo 35 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına Yönelik Normallik Analizi Sonuçları	113
Tablo 36 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına Ait Varyansların Homojenliği Levene's Testi Sonuçları	114
Tablo 37 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları	114
Tablo 38 Öğrencilerin "Biyomimikri" Kavramına İlişkin Bağımsız Kelime İlişkilendirme Ön-testinden Elde Edilen Yanıtlarının Kategorilere Göre Dağılımı	115
Tablo 39 Öğrencilerin "Biyomimikri" Kavramına İlişkin Bağımsız Kelime İlişkilendirme Son-testten Elde Edilen Yanıtlarının Kategorilere Göre Dağılımı..	120
Tablo 40 Biyomimikri Kavramına İlişkin Ön-test ve Son-testte Yer Alan Cümle Analizleri.....	125
Tablo 41 Fen Derslerinin Biyomimikri Odaklı Etkinliklerle İşlenmesine Yönelik Görüşler.....	127
Tablo 42 Biyomimikri Etkinliklerinin Diğer Ünitelerde Kullanılması	130
Tablo 43 Tasarım Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler.....	131
Tablo 44 Öğrencilerin Derse ve Okula Karşı İlgilerindeki Değişimin Nedenleri..	138
Tablo 45 Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilere Katkısı	139
Tablo 46 Biyomimikrinin Diğer Derslerde Kullanılması	142
Tablo 47 Sınıf Gözlem Formu – Deney grubu 1 (5.sınıf)	145
Tablo 48 Sınıf Gözlem Formu– Deney grubu 2 (5.sınıf)	146
Tablo 49 Sınıf Gözlem Formu– Deney grubu 3 (7.sınıf)	148

Şekiller Dizini

Şekil 1 OECD'ye Göre 21. Yüzyıl Becerileri Sınıflandırılması.....	16
Şekil 2 P21'e Göre 21. Yüzyıl Becerileri Sınıflandırılması	18
Şekil 3 Velcro Bandı – Dulavrat Otu	27
Şekil 4 Nilüfer (Lotus) yaprakları- Lotus yaprağının yüzeyinin bilgisayar grafiği ..	28
Şekil 5 Akçaağaç tohumu- Rüzgâr türbinleri	28
Şekil 6 Termit Kuleleri - Eastgate Center.....	30
Şekil 7 Biyomimetik Eğitim Boru Hattı.....	34
Şekil 8 MIMIC Öğretim Yaklaşımı	43
Şekil 9 En Tuhaf Tür- Çalışma Kâğıdı Örneği.....	77
Şekil 10 Yerel veya Küresel Sorunlar- Çalışma Kâğıdı Örneği	78
Şekil 11 Canlıların Yapı ve Fonksiyonları- Çalışma Kâğıdı Örneği	79
Şekil 12 Biyomimikri İnovasyonlarına Örnekler- Çalışma Kâğıdı Örneği	80
Şekil 13 Biyomimikri Alanında Tasarım Önergeleri- Çalışma Kâğıdı Örneği	82
Şekil 14 Öğrencilerin Tasarım Modelleri- Çalışma Kâğıdı Örneği.....	83
Şekil 15 Kontrol Grubu Çalışma Kâğıdı Örnekleri.....	84
Şekil 16 Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri.....	87
Şekil 17 Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri.....	89
Şekil 18 Beşinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri	90
Şekil 19 Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçek Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri	92

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

STEM: Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics)

MIMIC: Motivate (Motivasyon), Investigate (Araştırma), Match (Eşleştirme), Innovate (İnovasyon) ve Communicate (İletişim)

OECD: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (The Organization for Economic Co-operation and Development)

P21: 21. Yüzyıl öğrenme ortaklığı (Partnership for 21st Century Learning)

NSTA: National Science Teachers Association

NRC: National Research Council

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

\bar{X} : Aritmetik Ortalama

ANCOVA: Kovaryans Analiz

BK: Basıklık Katsayısı

ÇK: Çarpıklık Katsayısı

Max: Maksimum Değer

Min: Minimum Değer

N: Gruplar İçin Örneklem Büyüklüğü

p: Anlamlılık Düzeyi

Sd: Serbestlik Derecesi

Bölüm 1

Giriş

Araştırmanın bu bölümünde; araştırmaya ait problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi, alt problemler, sayılılar, sınırlılıklar ve tanımlar yer almaktadır.

Problem Durumu

İnsanlar, tarih boyunca karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmek için farklı yollar denemişlerdir. Mühendislik ve bilim alanlarında gerçekleştirilen çalışmalar ile tasarım yetenekleri geliştirilmeye ve tasarım sorunları çözülmeye çalışılmaktadır (Celep v.d., 2017; Gençoğlu & Cebeci 1999; Iouguina, 2014). Doğa ise insanoğluna her zaman ilham kaynağı olmuştur. Doğal sistemler ve organizmalar, uzun yıllar boyunca evrimleşerek mükemmel çözümler üretmişlerdir ve bu çözümler insanlar için önemli bir kaynak olmuştur. Kuşların uçuş mekanizması, balıkların yüzme mekanizması, örümceklerin ağ örme mekanizması gibi doğal sistemlerin ve organizmaların yapısının incelenmesi, uçak, denizaltı, yapay ağ gibi birçok teknolojinin geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca, doğayı dikkatle incelemek ve okumak, malzemelerin, kaynakların ve enerjinin verimli kullanımını sağlamak için de son derece önemlidir (Altun, 2019). Doğal kaynakların sınırlı olduğu günümüz dünyasında, doğal kaynakların kullanımının sürdürülebilirliği büyük önem taşımaktadır.

Hızlı nüfus artışı günümüzün önemli sorunlarından biridir. Dünya nüfusunun 2030 yılında 10 milyar, 2070 yılında da 20 milyar civarına ulaşması beklenmektedir (Çamurcu, 2005). Gerçekleşen bu nüfus artışı sonucunda, gelişmekte olan ülkelerde, çevresel bozulma, kaynakların tükenmesi, kalkınma hızlarının yavaşlaması, sosyal ve ekonomik sorunlar artması gerçekleşirken gelişmiş ülkelerde yoksulluk ve merkezi bölgelere göç artmakta, kaynaklara erişim güçleşmektedir (Newbold, 2014; Özgür, 2017). Kaynakları sınırlı bir Dünya'da hızlı nüfus artışını nasıl sürdürülebilir bir hale getireceğiz? sorusuyla karşı karşıya kalmaktayız. Tam bu noktada, biyomimikri, doğayı araştırma ve geliştirme laboratuvarı olarak kullanarak, çevre dostu ve sürdürülebilir tasarımlar yapmak için büyük

bir potansiyel taşımaktadır. Doğanın yenilenebilir kaynaklarını nasıl kullandığını, atık oluşumunu nasıl sınırlandırdığını ve ürünlerin çevreyi kirletmeden nasıl var olduğunu gözlemlemek, tasarım ve üretim süreçlerinde ekolojik olarak düşük bir iz bırakmada büyük bir ilham kaynağıdır. Örneğin, lotus yaprağından esinlenerek geliştirilen "lotus etkili" kaplamalar, yüzeylerdeki su birikintilerini önleyerek kirlenme ve bakteri oluşumunu engeller. Böylece, temizlik ve bakım ihtiyacı azalırken, enerji ve su tasarrufu sağlanmaktadır. Benzer şekilde, kelebek kanatlarından esinlenerek geliştirilen yüzeyler, güneş enerjisi panellerinin verimliliğini artırmak için kullanılabilir. Bu tür uygulamalar, çevresel sorunlara doğanın çözümlerinden ilham alarak çevre dostu ve sürdürülebilir tasarımlar yaparak geleceğimizin korunması adına önemli bir adımdır.

Dünyada yaklaşık 1,5 milyon canlı tanımlansa da bilim insanları 10 milyon canlı çeşidi olduğunu düşünmektedirler (Akamca & Hamurcu, 2009). Artan nüfus, endüstriyel ve kentsel gelişim, tarım ilaçları, hormonal dengeyi bozan kimyasallar, iklim değişikliğinin etkileri, sera gazı salınımı, ozon tabakasının incilmesi ve insan faaliyetleri sonucunda kara ve su ekosistemleri olumsuz etkilenmekte, bunun sonucunda da biyoçeşitlilik azalmaktadır (Arslan, 2019; Kandemir & Demir, 2021). Bugün için tehlike altında olmayan birçok tür, muhtemelen gelecekte tehdit altında olacaktır. Bu nedenle, mevcut sistem sürdürülebilir bir yaklaşım değildir ve biyomimikriyle uyumlu yaklaşımlar benimsenmelidir.

Biyomimikrinin en sade şekliyle yaşamın taklit edilmesi olduğu düşünülürse, her bir organizma en az bir problemin çözümünde uzmandır ve onlardan en az 10 milyon çözüm öğrenebiliriz. Kısacası ne kadar biyolojik çeşitlilik, o kadar tasarım yaparken bizi bilgilendirecek biyolojik model demektir. Bu sebeple eğitim öğretimde canlıların yaşam şekillerinin ve doğanın model olarak alınması, karşılaştığımız güçlüklerle doğanın nasıl baş ettiğini sorgulanması yeni bir anlayış oluşturabilir (Biomimicry Institute, 2006a). Bu amaç doğrultusunda destek alınması gereken disiplin alanları olarak fen bilimleri dersi ve biyomimikri kavramı öne çıkmaktadır. Alanyazın incelendiğinde, fen eğitimi konusunda 21.

yüzyıl becerileri ve yaratıcılık becerilerini ele alan birçok çalışmanın mevcut olduğu gözlemlenirken, biyomimikri ile ilişkilendirilen çalışmaların eksik olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmanın amacı fen eğitimi ile bütünleştirilen biyomimikrinin öğrencilerin “21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri” ile “yaratıcılık” becerilerine etkisini ortaya koymak olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile öğrenciler biyomimikri ile tanıştırılıp onların deneyimlerini ortaya çıkarmanın yanı sıra karşılaştıkları problemleri belirleme ve yaratıcılıklarını geliştirme fırsatı sunacağı düşünülmektedir.

Biyomimikri ile düşünmede, doğa, yüzyıllar boyunca evrilerek hayatta sadece başarılı çözümlerin kaldığı bir kütüphane olarak tanımlanmaktadır (Biomimicry For Entrepreneurs, 2018). Doğa, binlerce hatta milyonlarca yıl boyunca süren evrim süreci sonucu, türlerin hayatta kalabilmesi için en uygun çözümleri geliştirmiştir. Bu nedenle, doğada var olan canlılar ve bu canlıların çevreleri ile olan etkileşimleri, zaman içinde en uygun ve başarılı çözümlerin hayatta kalması sonucunu vermiştir. Biyomimikri ise, doğadaki bu başarılı çözümleri inceleyerek ve onları taklit ederek tasarım süreçlerinde kullanmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Doğayla öğrenme esnasında öğrenciler biyomimikri ilkelerini kullanırsa, tasarlanan ürünler yüksek enerji verimliliğine sahip çevresel olarak sürdürülebilir ürünler olacaktır. Biyomimikri, doğadaki canlılardan ve ekosistemlerden ilham alarak, çevresel olarak sürdürülebilir, enerji verimli ve işlevsel ürünler tasarlamayı hedefler. Doğadaki canlılar, yüz milyonlarca yıl süren evrim sürecinde, enerji tasarrufu, malzeme kullanımı ve atık yönetimi konusunda en etkili çözümleri geliştirdiklerinden öğrenciler, biyomimikri ilkeleri ile doğadan öğrenerek, doğanın bu çözümlerini taklit ederek tasarım yapabilirler. Örneğin, kuşların uçuş özelliklerinden ilham alarak tasarlanan uçak kanatları ile daha az enerji tüketimi sağlanması (Yavçın & Kaptı, 2015), termal konforlu binaların tasarımında termit yuvalarından esinlenilmesi ile doğal ısıtma ve soğutma yöntemleri kullanılarak enerjiden tasarruf etmek mümkündür (Karabetça, 2023). Bu şekilde tasarlanan

ürünler, doğanın sunduğu örneklerden ilham alarak, çevre dostu ve sürdürülebilir bir tasarımı mümkün kılarak, gelecekteki enerji tüketimini azaltabilir. Bu nedenle fen bilgisi derslerine biyomimikriyi entegre etmek, yepyeni fikirlere yol açabilecek disiplinler arası iş birlikleri oluşturarak gezegenimiz için sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunacaktır. Biyomimikri ilkeleri doğru bir şekilde uygulandığında, çevre dostu ve sürdürülebilir ürünler tasarlamak mümkün olacaktır. Fen bilgisi derslerine biyomimikriyi entegre ederek, öğrencilerin doğaya bakış açılarının değişeceği ve onların yaratıcı düşünme becerilerini geliştireceği düşünülmektedir. Ayrıca, biyomimikri disiplinler arası iş birlikleri oluşturabileceği için, sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunacak yeni fikirlerin ortaya çıkmasına da yol açabilecektir.

Eğitim ve öğretim, sadece disiplin bilgisi ve bilişsel yeteneklerle sınırlı olmayıp aynı zamanda sosyal ve duygusal beceriler, çevre bilinci ve değişime uyum yeteneği kazandırmayı amaçlar. Teknolojinin hızlı ilerlediği günümüzde, STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini birleştirerek yenilikçi beceriler kazanmayı hedefler. Doğayı, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik ile bir araya getirebilmek amacıyla biyomimikri öğretiminin uygulanabilirliği birçok çalışmada ele alınmıştır (Alperen, 2020; Avcı, 2019; Yıldırım, 2019). STEM eğitimi ve biyomimikri öğretimi arasındaki ilişki biyomimikrinin STEM eğitimine entegre edilmesinin önemini de vurgulamaktadır. Çünkü biyomimikri öğretiminin STEM öğrencilerine doğanın ve biyolojik organizmaların yapı ve işlevlerini anlama, taklit etme ve çevresel sürdürülebilirlik konularında farkındalık geliştirme fırsatı sunabileceği savunulmaktadır (Gencer et al., 2020; Kandemir et al., 2022). STEM eğitimine biyomimikri öğretimi entegre edilerek öğrencilere doğadan ilham alarak yeni fikirler geliştirme ve çevre bilincini artırma becerileri kazandırılır. Bu yaklaşım, öğrencilere hem teorik bilgi hem de pratik uygulama fırsatı sunar ve sürdürülebilir çözümler üretmeyi teşvik eder. Bu şekilde, öğrenciler gelecekteki mesleklerde ve yaşamlarında başarılı olmak için gerekli olan becerileri kazanırlar ve gezegenin sürdürülebilirliğine katkı sağlayabilirler.

Araştırma Problemi

Ortaokul beşinci ve yedinci sınıf fen bilimleri derslerinde gerçekleştirilen biyomimikri odaklı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin “**21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri**” ile “**Yaratıcılık Becerilerine**” etkisi nasıldır?

Alt Problemler

1. Fen Bilimleri dersinin biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği ortaokul **5. sınıf deney grubu** öğrencileri ile **7. sınıf deney grubu** öğrencileri arasında, **Yaratıcılık** ölçeği son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

2. Fen Bilimleri dersinin, biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği **deney grubu** öğrencilerinin **Yaratıcılık** ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

3. Fen Bilimleri dersinin, mevcut programa göre yürütüldüğü **kontrol grubu** öğrencilerinin **Yaratıcılık** ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

4. Fen Bilimleri dersinde biyomimikri odaklı etkinliklerin uygulandığı **deney grubu** öğrencileri ile mevcut yöntemle derslerin işlendiği **kontrol grubu** öğrencilerinin **Yaratıcılık** ölçeği son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

5. Fen Bilimleri dersinin biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği ortaokul **5. sınıf deney grubu** öğrencileri ile **7. sınıf deney grubu** öğrencileri arasında, **21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri** ölçeği son-test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

6. Fen Bilimleri dersinin, biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği **deney grubu** öğrencilerinin **21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği** ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

7. Fen Bilimleri dersinin, mevcut programa göre yürütüldüğü **kontrol grubu** öğrencilerinin **21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği** ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

8. Fen Bilimleri dersinde biyomimikri odaklı etkinliklerin uygulandığı **deney grubu** öğrencileri ile mevcut yöntemle derslerin işlendiği **kontrol grubu** öğrencilerinin **21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği** son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

9. **Deney grubu** öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında 'biyomimikri' kavramına yönelik "**Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi**" ile belirlenen kavramsal gelişimleri nelerdir?

10. **Deney grubu** öğrencilerinin fen bilimleri derslerinde biyomimikri etkinliklerinin kullanılmasına ilişkin **görüşleri** nelerdir?

Sayıtlılar

1. Öğrencilerin, araştırma sırasında kullanılan veri toplama araçlarına içten ve gerçekçi yanıtlar vererek, gerçek performanslarını yansıttığı varsayılmıştır.

2. Ders programları ve görüşme sorularının oluşturulmasında, uzman görüşlerinin alınması, görünüş ve kapsam geçerliliğinin sağlanması açısından yeterli bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

3. Öğrencilerin biyomimikri odaklı öğretim etkinliklerine katılım oranlarındaki farklılıkların araştırmanın sonuçlarına etkisi olmadığı varsayılmıştır.

4. Araştırmacının katılımcı, planlayıcı, gözlemci ve görüşme yapıcı olduğu araştırma sürecine, araştırmacı yanlılığının araştırma sonuçlarına etkisi olmadığı varsayılmıştır. Uygulama sürecinin tarafsız gözlemlenmesi amacıyla, Sınıf Gözlem Formu kullanılarak iki uzmanın alanda gözlem yapması sağlanmıştır. Bu sayede, uygulama sürecine dair objektif bir değerlendirme sağlanması amaçlanmıştır.

Sınırlılıklar

Bu çalışma; 2021-2022 eğitim öğretim yılının ikinci dönemi, Fen Bilimleri dersi kapsamında gerçekleştirilen etkinlikler ve Ankara il merkezinde bulunan bir ortaokulda beşinci ve yedinci sınıf seviyesinde eğitim gören 116 öğrenci ile sınırlıdır.

Tanımlar

Biyomimikri: Doğal sistemleri taklit ederek oluşturulan malzemeler, araçlar, mekanizmalar ve sistemlerin bütününe odaklanan bir bilim dalıdır (Genç, 2013).

İnovasyon: Yenilik yapma anlamına gelen Latince kökenli "innovare" kelimesinden türetilen inovasyon, bilim ve teknolojinin ekonomik ve toplumsal yarar sağlayacak şekilde yenilenmesini ifade eder. "Yenilenme" sözcüğü, Türkçe'de inovasyonun sadece bir kısmını açıklamaktadır. İnovasyon, bilim ve teknoloji kullanımı sırasında, ürünlerin ekonomik ve toplumsal fayda sağlayacak şekilde geliştirilmesini vurgulamaktadır (Yamaç, 2001).

MIMIC: MIMIC Öğretim Yaklaşımı, biyomimetrik bir tasarım oluşturma konusunda öğrencilere ve öğretmenlere rehberlik etmesi amacıyla Biyomimikri Enstitüsü tarafından hazırlanmıştır (Biomimicry Institute, 2006b). Bu çerçevede, eğitimcilere STEM uygulamaları için biyomimikrinin merceğinden bakış açısı sağlar. MIMIC, Motivate (Motivasyon), Investigate (Araştırma), Match (Eşleştirme), Innovate (İnovasyon) ve Communicate (İletişim) kelimelerinin ilk harflerinden oluşmak üzere beş bölümden meydana gelir.

Öğrenciler: Ankara ili, Keçiören ilçesinde bir ortaokulda öğrenimlerini sürdüren 68 beşinci sınıf ve 48 yedinci sınıf öğrencilerini ifade etmektedir.

STEM: Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Fen Eğitimi

Fen Bilimleri doğayı ve doğal olayları sistemli bir şekilde inceleyerek, gözlemlenmemiş olayları tahmin etme çabasıdır. Fen eğitimi ise bu bilim dalının temelini oluşturur ve çocukların karşılaştığı olayları gözlemleyip, inceleyip araştırmalarını ve sonuçlara varmalarını sağlar (Kaptan, 1999). Bu süreçte çocuklar, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama, veri analizi ve sonuç çıkarma gibi becerileri öğrenirler (Tan & Temiz, 2003). Bu beceriler sayesinde dünya hakkında daha bilinçli ve bilimsel yöntemler kullanabilen bireyler olurlar. Kısacası fen eğitimi, doğal ve fiziksel dünyanın bilimsel olarak incelenmesi ve anlaşılması için gereken temel bilgi ve becerilerin öğretildiği bir eğitim dalıdır (Karaer, 2023). Ayrıca fen eğitimi sayesinde öğrenciler teknolojik gelişmeleri ve bilimsel keşifleri anlarlar ve bu da öğrencilerin gelecekteki mesleklerinde ve kişisel yaşamlarında daha bilinçli ve yetkin kararlar almalarına yardımcı olur (Öner & Akçay, 2021). Geçmişten günümüze fen öğretim programlarının gelişimi şu şekildedir (Çil, 2020):

- Cumhuriyet tarihinin ilk programı 1924 yılında yapılmıştır. Bunun ardından 1926 yılında ilk mektep müfredat programı, 1936 ve 1948 yıllarında yılında ilkökul programları uygulamaya koyulmuştur.
- Aile Bilgisi, Tabiat Bilgisi ve Tarım İş derslerinin birleştirilmesiyle oluşan 1948 programına dayanan 1968 programı, Fen ve Tabiat Bilgisi dersi adı altında bilgi ve gözlemlere dayalı bir öğretim programıdır ve deneylere fazla yer vermemektedir.
- 1974 ve 1977 yıllarında fen ile ilgili konular Fen Bilgisi dersi adı altında öğretilmiştir.
- 1992 yılında yapılan değişiklikle, fen eğitiminde birey ve toplum sağlığı programının odak noktası olmuştur.

- Öğrenci merkezli bir yaklaşımla 2000 yılında geliştirilen ilköğretim fen bilimleri dersi müfredatı, 2004 yılında güncellenerek adı Fen ve Teknoloji olarak değiştirilmiştir. Bu müfredat, fen, teknoloji, toplum ve çevre boyutlarını içermekte olup, günlük yaşamda karşılaşılan sorunların çözümünde fen ve teknolojinin kullanımını vurgulamaktadır.

- 2013 yılında Fen Bilimleri adı altında yeniden yapılandırılan ders, öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımı benimsemiş ve araştırma-sorgulama temelli bir program olarak kabul edilmiştir. Bunun yanı sıra, günlük yaşam sorunlarına karşı sorumluluk duygusu geliştirme, sürdürülebilir kalkınma bilincinin yerleştirilmesi ve aktif rol alma gibi konulara da önem verilmiştir. Programdaki konular, yapılandırmacı öğrenme teorisi temel alınarak, bilimsel süreç becerileri, tutum ve değerler ile ilişkilendirilmiştir.

- Fen bilimleri dersi öğretim programı, 2017 yılında ulusal ve uluslararası sınavlarda beklenen başarı düzeyine ulaşamaması, bilim ve teknoloji gelişmelerin hızla artması, yeni ölçme değerlendirme yaklaşımları ve çağın gereksinimlerinin dikkate alınması sonucunda yeniden yapılandırılmıştır. Programa, inovasyon ve girişimcilik becerileri ile değerler ve yetkinlikler eklenerek Fen ve mühendislik uygulamaları son ünite olarak belirlenmiştir.

- Eğitim sistemleri, öğrencilerin değişen gereksinimlerine, dünya şartlarına ve gelişen ihtiyaçlara göre sürekli olarak güncellenen öğretim programlarına ihtiyaç duyarlar. Türkiye'de de 2018 yılında fen bilimleri derslerinde yapılan son değişikliklerle, öğrencilere bilimsel süreçleri, yaşam becerilerini ve mühendislik-tasarım becerilerini kazandırmak hedeflenmiştir (MEB, 2018). Yenilenen programda, disiplinler arası bir bakış açısı ile araştırma ve sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı benimsenmiştir. Öğrencilerin yenilenen öğretim programı ile aktif bir rol alarak öğrenmeleri, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaları ve bilgileri araştırma, sorgulama ve transfer etme becerileri kazanmaları beklenmektedir. Bu sayede öğrenmede kalıcılık sağlanacak ve öğrenciler gelecekte karşılaşacakları problemleri çözmek için gerekli becerileri kazanabileceklerdir.

Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı ve Fen Eğitimindeki Yeri

Öğretme ve öğrenme sürecinde amaç, öğrencilerin bilgiyi aktif bir şekilde işleyerek anlamaları ve bu bilgileri kendi deneyimleriyle ilişkilendirerek bireysel bilgi yapılarını oluşturmalarını sağlamaktır (Şaşan, 2002). Bu süreçte, öğrencilerin sadece bilgiyi ezberlemek yerine, kavramları keşfetmeleri ve anlamaları için farklı beceriler geliştirmeleri önemlidir. Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencilerin bu becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan bir öğrenme yaklaşımıdır. Öğrenciler, bu yaklaşımda aktif bir şekilde yer alır, kendi deneyimleri, anlayışları ve bilgileri üzerinden yeni bilgileri anlamlandırır (Akpınar & Ergin, 2005).

Yapılandırmacı yaklaşımın temeli, Jean Piaget tarafından geliştirilen bilişsel gelişim kuramına dayanmaktadır. Piaget, çocukların bilişsel gelişimlerinin her aşamasında, kendilerine özgü bir şekilde düşündüklerini ve düşüncelerinin belirli aşamalara uygun şekilde yapılandığını savunmuştur (Saxena et al., 2020). Piaget'in bilişsel yapılandırmacılığı, eğitim alanında önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin bilgiyi kendileri keşfetmeleri ve anlamlandırmaları gerektiğini savunur. Böylelikle öğrenciler sadece bilgiyi öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda edindikleri bilgileri gerçek hayattaki durumlarla ilişkilendirerek kullanabilirler. Yapılandırmacılık yaklaşımının en önemli avantajı, öğrencilerin bireysel öğrenme stillerine uygun olarak öğrenme fırsatı sunmasıdır (Blake & Pope, 2008). Öğrenciler, öğrenme sürecinde kendi ilgi alanlarına, ihtiyaçlarına ve öğrenme hızlarına uygun olarak ilerleyebilirler.

Piaget'in bilişsel yapılandırmacılığının eğitime yansıyan etkileri aşağıda listelenmiştir (Akınoğlu, 2005; Bada & Olusegun, 2015; Golbeck, 1999; Karadağ et al., 2008; Karadağ & Korkmaz, 2007):

1. Aktif öğrenme: Piaget'in bilişsel yapılandırmacılığı, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif bir rol oynamasını gerektirir. Bu nedenle, eğitimde öğrencilerin bilgiyi

ezberlemesi yerine, kendi deneyimleri ve şemaları üzerinden yeni bilgileri keşfetmeleri teşvik edilir.

2. Öğrenci merkezli öğrenme: Öğrenme sürecinde öğrencilerin ilgi alanlarına ve öğrenme hızlarına uygun bir öğrenme ortamının oluşturulmasını savunur. Eğitimde öğrencilerin öğrenme sürecine aktif bir şekilde katılmaları ve kendi öğrenme ihtiyaçlarına uygun olarak öğrenme fırsatı bulmaları önemlidir.

3. Bireysel farklılıklara saygı: Öğrencilerin bireysel farklılıklarının önemli olduğunu savunur. Bu durum öğrencilerin öğrenme sürecinde farklı hızlarda ilerlemelerine ve farklı öğrenme stillerine sahip olmalarına izin verir. Bu nedenle, eğitimde öğrencilerin öğrenme hızlarına, öğrenme stillerine ve ilgi alanlarına uygun bir öğrenme ortamı oluşturulması önemlidir.

4. Öğrenme sürecinde keşfetme: Yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilerin kendi deneyimleri üzerinden öğrenmelerine odaklanması öğrencilerin öğrenme sürecinde keşfetmelerini teşvik eder ve öğrencilerin kendilerini öğrenme sürecinde daha fazla aktif hissetmelerini sağlar. Ayrıca bu yaklaşım öğrencilerin öğrenme hatalarından faydalanmalarını teşvik ederek kendi hatalarını tanımalarına ve daha iyi öğrenme stratejileri geliştirmelerine yardımcı olur.

5. Öğretmenin rolü: Piaget'in yaklaşımında öğretmen, öğrencilere sadece bilgi aktarmak yerine, öğrencilerin kendi deneyimleri ve anlayışları üzerinden bilgiyi yapılandırmasına yardımcı olur. Bu, öğretmenin rolünün daha çok rehberlik ve öğrencilere yol gösterme olduğu anlamına gelir.

6. Sınıf ortamı: Piaget'in yaklaşımı, sınıf ortamının öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmesini gerektirir. Bu nedenle, sınıfta öğrencilerin tartışmaları, grup çalışmaları ve keşif etkinlikleri gibi etkinliklere katılmaları teşvik edilir.

Fen bilimleri dersi öğretim programı yaratıcı düşünme ve özgünlük gibi becerilere sıklıkla atıfta bulunmaktadır (MEB, 2018). Ayrıca öğrencilere problem çözme becerilerini

geliřtirmeleri için fırsatlar sunma ve onların eleřtirel dűřűnme ve yenilikçi yaklařımlarını teřvik etme de programın hedefleri arasındadır. Bu sayede, űđrencilerin yaratıcı potansiyellerinin keřfedilmesi ve űzgűn fikirlerin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Yapılandırmacı yaklařımının űđrencilere fen bilimleri dersi űđretim programında vurgulanan becerilerin kazandırılması açısından uygun bir űđretim yaklařımı olduđu alan yazındaki çalıřmalarla desteklenmektedir (Anagűn, 2008; Batdı et al., 2021; etin & Gűnay, 2010; Mengi & Schreglman, 2013; Sarıtař & Kılınç, 2020; Seçkin Karaca, 2018).

Fen bilgisi dersinde yapılandırmacı yaklařımın etkileri 2005-2019 yılları arasındaki ulusal ve uluslararası veri tabanları kullanılarak ulařılan 25 adet çalıřma ile nicel ve nitel boyutlarda analiz edilmiřtir (Batdı et al., 2021). Nicel boyutta, yapılandırmacı yaklařımın fen bilgisi dersinde akademik bařarı űzerinde olumlu etkisi olduđu saptanmıřtır. Nitel boyutta, yapılandırmacı yaklařımın űđrencilerin derslere olan tutumunu olumlu yűnde etkilediđi sonucuna varılmıřtır. Ek olarak, űđrencilerin odak noktası olduđu etkinlikler sayesinde fen bilgisi dersinin sevilmesi, eđlenceli bulunması ve gűnlűk yařamla iliřkilendirilmesi gibi sonuçlar elde edilirken, aynı zamanda űđrencilerin fen bilgisi dersine yűnelik olumlu tutumlar geliřtirdiđi ve yaratıcılık, etkili iletiřim ve problem çözme gibi 21. yűzyıl becerilerinin kazanımında da etkili olduđu sonucuna varılmıřtır.

Anagűn (2008) alıřmasında ilköđretim beřinci sınıf űđrencileri ile gerçekleřtirdiđi çalıřmasında Fen ve Teknoloji Dersi űđretim Programı'nın yapılandırmacı yaklařımını benimseyerek nasıl fen okuryazarlıđı kazanabileceklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Eylem arařtırması deseniyle gerçekleřtirilen arařtırmanın sonuçları, űđrencilerin fen okuryazarlıđı bilgi, beceri ve tutum boyutlarında, űđrencilerin derse yűnelik tutumları ve bilimsel tutumlarında geliřim gűsterdiklerini gűstermiřtir. Bilimsel sűre becerilerinden deđiřkenleri belirleme becerisinde nicel verilerde geliřim saptanırken, nitel veriler bu sonucu desteklememiřtir. űđrencilerin, kendilerini bilim adamlarıyla űzdeřleřtirdiđi ve bařarı gűdűlerinin arttıđı tespit edilmiřtir. Sonuç olarak, yapılandırmacı yaklařım űđrencilere fen bilimlerini keřfetme ve anlama fırsatı vererek, akademik bařarıyı arttırırken

aynı zamanda öğrencilerin derse olan ilgilerini artırır ve 21. yüzyıl becerilerinin kazanımına katkı sağlar.

Fen Eğitimi ve STEM

Öğrenci merkezli yaklaşımlar öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımını ve kendi öğrenme deneyimini yönetme becerisini vurgular. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının öğrenme hedeflerine ulaşmada önemli bir role sahip olduğu gözlemlenmiştir (Gencer et al., 2019). STEM, öğrencilere bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bilgi ve becerileri kazandırmayı amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2013). Bu disiplinler, modern dünyanın gelişiminde son derece önemli bir rol oynamaktadır.

STEM uygulamalarının öğrenme sürecine dahil edilmesi, öğrencilere 21.yüzyıl becerileri kazandırırken aynı zamanda öğrenme hedeflerinin daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlar (Avan et al., 2019; Radeva, 2020). Araştırma-sorgulama temelli öğrenme yaklaşımlarından olan probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme ve bağlam temelli öğrenme yaklaşımlarının doğru ve özenli bir şekilde planlanmadığı durumlarda, öğretmen merkezli yaklaşımlara kıyasla öğrenme hedeflerine daha az ulaşabildiği ortaya konmuştur (Bybee, 2013). STEM uygulamalarının öğrenci merkezli yaklaşımlar içerisinde kullanılması, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirebileceği ve daha başarılı sonuçlar elde edebileceği uygulanabilir yöntemlerden biridir.

Fen eğitimi ise, öğrencilere bilimsel düşünme becerilerini kazandırmayı amaçlayan bir eğitim dalıdır. Fen eğitimi, öğrencilere doğa bilimleri (biyoloji, fizik, kimya), sosyal bilimler ve matematik gibi çeşitli bilim dallarında temel bilgi ve beceriler öğretir (Çetin & Özbuğutu, 2020). Ülkemizde 2018 yılında yeniden düzenlenen fen bilimleri dersi öğretim programı, fen bilimleri disiplinini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirerek, tüm ünitelerde fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını kapsayacak şekilde güncellenmiştir. Bu sayede, fen bilimleri öğreniminde uygulamaya yönelik bir yaklaşım benimsenmiş ve öğrencilere

güncel ve pratik beceriler kazandırılması amaçlanmıştır (MEB, 2018). Öğrencilerin disiplinler arası bir perspektifle problemlere yaklaşarak, yaratıcılık ve inovasyon yeteneklerini geliştirmeleri ve öğrenim gördükleri alanlardaki bilgi ve becerileri kullanarak ürünler geliştirmeleri hedeflenmektedir. STEM, fen bilimleri öğrenme hedeflerine ulaşmada etkili olmasının yanı sıra, öğrencilerin işgücü piyasasındaki talep edilen becerileri kazanmalarına da yardımcı olur. Bu yaklaşım, öğrencilerin fen eğitimi temelinde, doğa bilimleri, mühendislik, teknoloji ve matematik gibi konuları birleştirmelerini sağlayarak, öğrencilerin dünyayı anlama, analiz etme ve çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlar (Uluyol & Pehlivan, 2019). STEM ve fen eğitimi arasındaki bağlantı, öğrencilerin bilim ve matematik bilgilerini, mühendislik ve teknolojik uygulamalarla birleştirmelerine ve gerçek dünya sorunlarına çözümler üretmelerine yardımcı olur (Ceylan et al., 2018).

Fen Eğitiminde Yaratıcılığın Rolü

Öğrencilerin geleceğe hazırlanmaları için gerekli olan temel yeterlilikler arasında yer alan yaratıcılık, okul temelli fen eğitiminde büyük öneme sahiptir (MEB, 2018). Fen bilimleri öğretim programında sıklıkla ve net bir şekilde vurgulanan bir kavram olan yaratıcılık, öğrenci düzeyinde yeni ve faydalı fikirlerin veya problem çözme yöntemlerinin üretilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Amabile & Pratt, 2016; Hong & Song, 2020; MEB, 2018). Yaratıcı düşünme ise inovatif veya mevcut sorunlara yenilikçi çözümler üreten ve benzersiz fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayan bir zihinsel süreçtir (Yenilmez & Yolcu, 2007). Yaratıcı düşünme becerisine sahip olan bir öğrenci, yeni ve orijinal fikirler üretebilir, sahip olduğu fikirleri detaylandırabilir, analiz edebilir ve değerlendirme yapabilir (P21, 2015).

Yaşamımızın her anında yaratıcılık basit veya karmaşık biçimde karşımıza çıkar. Evde, işte, çocuk oyununda, mutfakta, spor alanında, reklam ve satış sektörlerinde, savaşta, sanatta ve özellikle eğitimde kendini gösterir. Yaratıcılığı öne çıkaran yaratıcı eğitim kavramı, yaratıcı öğrenci, yaratıcı öğretmen ve yaratıcı okul yaklaşımı ile ifade edilir. Eğitimdeki yaratıcılığın somut örnekleri; okulda sıra dışı mekân düzenlemeleri, öğrencinin

problem çözme sürecinde farklı yollar denemesi, öğretmenin farklı bir öğretim yöntemi uygulaması, ilginç ders materyalleri geliştirme, farklı işlemler ve hesaplama yolları deneme gibi unsurlardır (Memduhoğlu et al., 2020).

Araştırmalar, öğrencilerin okul içi ve okul dışı ortamlarda sergiledikleri yaratıcılık becerileri arasında uyumsuzluk olduğunu ortaya koymaktadır. Runco ve diğerleri (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Türkiye'deki bir üniversitede eğitim gören 254 lisans öğrencisinin gündelik hayat, sanat, bilim ve teknoloji alanlarında yaratıcılık faaliyetlerini ölçmek hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar, okul içinde ve okul dışındaki yaratıcı faaliyetler arasında bir uyumsuzluğun varlığını doğrulamaktadır. Çalışmada, öğrencilerin okul dışında okul içine göre daha fazla yaratıcılık sergilediği rapor edilmiştir. Bu uyumsuzluğun sebebi olarak öğrencilerin sosyal tercihleri ve yaratıcı kişilik özellikleri gösterilse de farklı yorumlar da bulunmaktadır. Örneğin, öğrencilerin var olan yaratıcı potansiyellerinin genellikle okuldaki yapı ve sınırlamalar nedeniyle sergilenmediği düşünülmektedir. Çünkü yaratıcılık, özerklik ve bağımsızlık gerektirir (Runco et al., 2017). Sınıf öğretmenlerinin öğrenci sayısına oranı açısından değerlendirildiğinde, okulların özerkliği kısıtlayan bir yapıya sahip olduğu, bu nedenle de bireysel çalışmalarla bağımsızlığı desteklemenin zorluğu dikkat çekmektedir (Torrance 1970; akt. Runco ve ark., 2017).

Fen bilimleri öğretim programının yapılandırmacı anlayışı esas almasına rağmen fen bilimleri derslerinin çeşitli sebeplerle sınav odaklı yürütüldüğü görülmektedir (Akça & Beşoluk, 2023; Büyükkaynak et al., 2016; Mutlu & Aydın, 2018). Ezbere yönlendiren öğretim anlayışı, öğrencilerin yaratıcılık ve inovasyon açısından gelişimine katkı sağlamaktan uzaktır. Okullar, öğrenci yaratıcılığını teşvik etmek için fen bilimleri derslerinde ifade edilen yaratıcılığı teşvik etmelidir. Öğrencilerin yaratıcı becerilerini geliştirmek için, öğretmenlerin yeni fikirleri sınıf ortamına taşınması ve öğrenme ortamını yenilikçi, ilgi çekici ve motive edici bir şekilde düzenlemesi gerekmektedir. Amabile ve Pratt (2016) yaratıcılığı yeni ve faydalı düşüncelerin ortaya çıkması olarak ifade ederek bu düşüncelerin iş birliği içinde çalışan bireyler veya küçük gruplar tarafından üretilmesiyle gerçekleştiğini

belirtilmektedirler. Bu açıdan ele alındığında grup çalışmaları ile gerçekleştirilen biyomimikri aktiviteleri, öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşimi artırarak fen bilimleri derslerinde öğrencilerin yaratıcılıklarını daha iyi ifade edebilecekleri bir yöntem olma potansiyelini taşımaktadır.

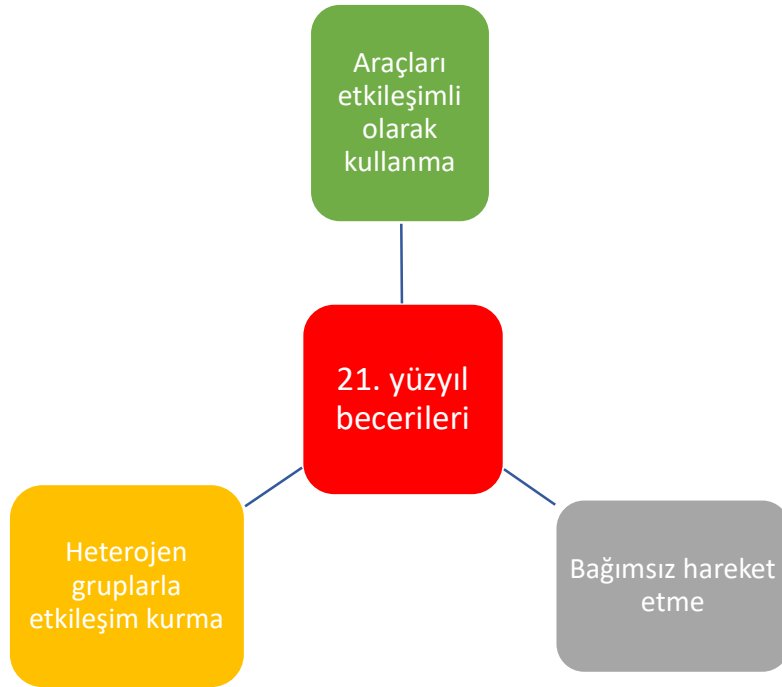
Fen Eğitiminde 21. Yüzyıl Becerilerinin Önemi

Bilim ve teknolojiadaki ilerlemelerin hız kesmeden devam etmesiyle bilgiler hızla artsa da her şeyi öğrenmek mümkün değildir. Bu sebeple, bireylerin öğrenme becerisi edinmeleri gerekmektedir. Değişen koşullara uyum sağlayabilen bireyler, kendilerine ve çevrelerine anlam katan becerilere sahip bireylerdir. 21. yüzyıl becerileri olarak tanımlanan beceriler, sorunlarla ile başa çıkabilme, başarılı olabilme ve daha iyi bir gelecek inşa edebilmek için ihtiyaç duyulan olan yetkinliklerdir (Kalemkuş, 2021).

Günümüzde bireylere 21. yüzyılda kazandırılması gereken beceriler için farklı görüşler ve sınıflandırmalar mevcuttur. Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (The Organization for Economic Co-operation and Development- OECD), üye ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmalarını desteklemek amacıyla faaliyet gösteren ve ülkelerin eğitim sistemlerini analiz etmek amacıyla PISA (Programme for International Student Assessment) sınavını düzenleyen uluslararası bir organizasyondur. Bu açıdan, OECD'nin 21. yüzyıl becerileri sınıflandırması, eğitim sistemlerinin çağın gereksinimlerine uygun şekilde güncellenmesi açısından önemlidir. 21.yüzyıl becerilerine ilişkin sınıflandırma (OECD, 2005) Şekil 1'de verilmiştir:

Şekil 1

OECD'ye Göre 21.Yüzyıl Becerileri Sınıflandırılması



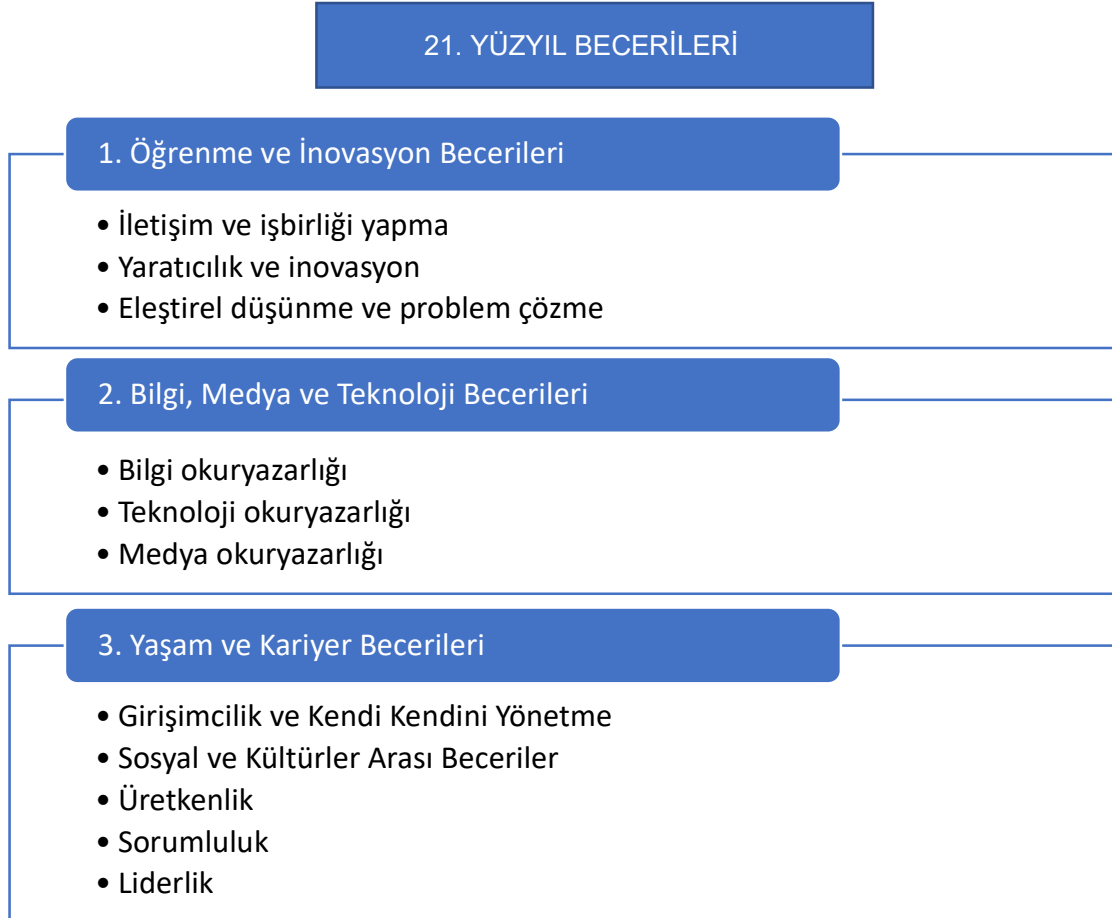
Şekil 1’de temel yetkinlikler üç kategoride sınıflandırılmaktadır. Öncelikle bireylerin çevre ile etkileşim kurabilmeleri için çeşitli araçları kullanabilmeleri gerekmektedir. Bu araçlar bilgi veya teknoloji içeren fiziksel araçlar olabileceği gibi dil kullanımını içeren sosyo-kültürel araçlar da olabilir. İkincisi, bireylerin farklı geçmişlere sahip insanlarla karşılaşacak olmaları sebebiyle onlarla ilişki kurabilmeleri için heterojen gruplarda etkileşim kurma önem kazanmaktadır. Son olarak, bireylerin kendi hayatlarını yönetmek için sorumluluk alabilmeleri, hayatlarını daha geniş bir sosyal bağlama oturtabilmeleri ve özerk hareket edebilmeleri gerekir. Bu nedenle de bağımsız hareket etme becerisi kazanmanın önemi vurgulanmaktadır.

21. yüzyıl becerilerinin sınıflandırılmasında literatürde en fazla yer verilen çerçevelerden biri de P21 (Partnership for 21st Century Learning- 21. Yüzyıl öğrenme ortaklığı)’in yapmış olduğu sınıflandırmadır. P21 eğitim alanında öncü bir organizasyondur ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi amaçlayan iş dünyası, eğitim kurumları ve kamu kurumlarından oluşan bir ağıdır. P21, öğrencilerin teknoloji, eleştirel düşünme, iletişim, yaratıcılık, problem çözme, kültürel ve küresel farkındalık gibi becerilerini geliştirmek için müfredatlar, değerlendirme araçları ve öğretmen eğitimi gibi kaynaklar sunarak yaşamları

boyunca başarılı olmalarını sağlayacak becerileri kazanmalarını hedeflemektedir. 21.yy becerilerinin P21'e göre sınıflandırılması (Fadel, 2008) Şekil 2'de verilmiştir:

Şekil 2

P21'e Göre 21.Yüzyıl Becerileri Sınıflandırılması



Şekil 2'de 21. yüzyılın önemli becerileri kapsamlı olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, öğrencilerin başarılı olabilme ve daha iyi bir gelecek inşa edebilme konusunda gerekli olan becerileri tanımlamak ve eğitim sistemlerini bu becerileri geliştirmeye odaklamak amacıyla yapılmıştır. P21, öğrenme ve inovasyon becerileri olarak adlandırdığı beceri kategorisi içerisinde eleştirel düşünme, iletişim, problem çözme, iş birliği, yaratıcılık ve inovasyon becerilerini toplamıştır. Bu beceriler, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha aktif olmalarını, kendi fikirlerini yaratıcı ve yenilikçi bir şekilde ifade

etmelerini, çağın gereksinimlerine uygun şekilde inovasyon yapmalarını sağlayacak önemli yetkinliklerdir. Bilgi, medya ve teknoloji becerileri günümüz dijital dünyasında hayati öneme sahip olan üç ayrı beceri kategorisini içermektedir. Bilgi okuryazarlığı, bireylerin bilgiyi araştırma, analiz etme ve değerlendirme yeteneklerini geliştirmelerine odaklanır. Medya okuryazarlığı, bireylerin medya araçlarıyla doğru ve etkili bir şekilde etkileşim kurmalarını ve eleştirel bir şekilde değerlendirmelerini sağlar. Teknoloji okuryazarlığı ise, bireylerin dijital teknolojileri kullanma, sorunları çözme, veri analizi yapma ve güvenli bir şekilde çevrimiçi ortamda hareket etme becerilerini geliştirmelerini amaçlar. P21, yaşam ve kariyer becerileri olarak adlandırdığı bir diğer beceri kategorisini de tanımlamaktadır. Bu kategori, öğrencilerin kişisel ve mesleki gelişimlerine katkıda bulunacak becerileri içermektedir. Yaşam becerileri, öğrencilerin sosyal etkileşimde bulunma, liderlik ve takım çalışması gibi kişisel becerilerini geliştirmelerine odaklanır. Kariyer becerileri ise, öğrencilerin iş dünyasında başarılı olmak için gereken becerileri edinmelerini amaçlar ve onların üretken, yaratıcı ve takım çalışmasına uygun bireyler olmalarını hedefler.

21. yüzyılda bireylerden beklentiler değişerek bilgiye nasıl ulaşacaklarından ziyade, nasıl analiz edecekleri ve kullanacakları önem kazanmıştır. 21. yüzyıl becerileri, nüfusun çoğunluğu için ihtiyaç duyulmasının yanında, günümüz eğitim sistemi içinde de yüksek önceliğe sahiptir (National Research Council [NRC], 2011). Ortaokul öğretim programlarında ortak beceriler olarak yer alan 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi için gerekli olan beceriler fen derslerinde elde edilebilir. Çünkü fen eğitimi ile öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine sahip, üreten, sosyal ve ekonomik gelişmelere katkı sağlayan bireyler olarak yetiştirilmesi, kendi araştırmalarını yaparak bilgi edinmeleri, bu bilgileri günlük hayatlarına uygulamaları ve problemleri çözmeleri hedeflenmektedir (Krajcik et al., 1999). Elde edilen bu beceriler topluma katkı sağlayan niteliklerdeki bireylerin yetişmesini (MEB, 2018) ve bireylerin yaşamlarında başarılı olmalarını beraberinde getirecektir (National Science Teachers Association- [NSTA], 2011).

Biyomimikri

İnsanların tarih öncesi dönemden beri hayatta kalma, temel ihtiyaçlarını karşılama, sanat ve barınma gibi amaçlarla tasarımlar gerçekleştirdiği bilinmektedir. Antik Mısır'da Nil Nehri'nin taşkınlarını önlemek için yapılan barajlar ve kanallar, su yönetimi konusunda doğal çevreden ilham alınarak yapılan tasarımlara örnektir. Bu durum, insanların biyomimikri teriminin icadından önce de insanların doğayı gözlemleyerek ve doğal çevreden ilham alarak tasarımlarını geliştirdiğini göstermektedir.

Günümüzde değişen ve gelişen teknoloji ile sürdürülebilir tasarım inovasyonları için farklı yaklaşımlar gerekmektedir (Kennedy & Marting, 2016). Biyolojiden ilham alarak tasarım yapmak, doğanın sunduğu çözümleri ve örnekleri kullanarak daha etkili ve sürdürülebilir tasarımlar yapılmasını sağlar. Bu yöntem, "biyomimikri" olarak adlandırılır ve birçok alanda uygulanmaktadır. Ancak biyomimikri yaklaşımını uygulamak için sistemli bir metodoloji gerekmektedir. Bu metodoloji, doğadaki sistemleri ve işlevleri anlamak için biyolojik prensiplerin incelenmesini, doğal çözümlerin tasarım sorunlarına uygulanmasını ve son olarak uygulama alanlarındaki tasarım hedeflerine uygun bir şekilde uyarlanmasını içermektedir. Bu yöntem, sadece doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda daha etkili ve verimli tasarımların yapılmasına da yardımcı olmaktadır.

Biyomimikrinin Felsefesi ve Temel Prensipleri

Biyomimikri Nedir?

“Uzun süreler boyunca çalışan tek gerçek model doğal dünyadır.”

J. Benyus

Yaklaşık 4,5 milyar yaşında olduğu tahmin edilen dünyada yaşamın 3,8 milyar yıl önce başladığı düşünülmektedir. O tarihten bu yana, doğa, canlı ve cansız varlıklar arasındaki mükemmel dengeyi koruyarak varlığını sürdürmektedir. Bu açıdan bakıldığında,

biyomimikri sadece doğanın bilgeliğinden bir şeyler öğrenmek amacıyla değil, gezegenimizi ve kendimizi daha iyi hale getirmek için de kullanılabilir.

Biyomimikrinin temel felsefesi, doğanın yaratıcılığını, verimliliğini ve sürdürülebilirliğini taklit etmek suretiyle insan yapımı sistemlerin de doğal sistemler kadar etkili ve sürdürülebilir olabileceğidir. Bu felsefe, doğanın karmaşıklığının altında yatan basit prensipleri anlama ve bu prensipleri insan yapımı sistemlere uygulama fikrine dayanır. Doğada bulunan organizmalar, süreçler ve sistemler, yıllar boyunca evrimleşmiş ve optimize edilmiştir, bu nedenle doğadan ilham alarak geliştirilen sistemlerin de benzer şekilde optimize edilmesi mümkündür. Biyomimikri, doğanın evrimleşmiş tasarımlarından faydalanarak insan yapımı sistemlerin verimliliğini artırırken aynı zamanda doğanın kendisine de saygı duyulmasını ve korunmasını sağlar.

Benyus'un (1997) "Neden doğadan öğrenelim?" sorusuna verdiği cevap, doğanın prensipleri ve işleyişiyle ilgilidir. Doğanın yıllar boyunca evrimleşmesi sonucu gelişen prensipler aşağıda açıklanmıştır:

- ✓ Doğa sadece ihtiyaç duyduğu enerjiyi kullanarak çalışır. Doğal sistemler, enerjiyi tasarruflu bir şekilde kullanarak gereksiz enerji tüketimini önlerler.
- ✓ Doğa, işlev için biçime uyar. Diğer bir deyişle doğa, işlevsellik ve verimlilik için en uygun biçimi alabilir.
- ✓ Doğa her şeyi geri dönüştürür. Doğal sistemler, atıkların ve atık ürünlerin geri dönüştürülmesi yoluyla kaynakları verimli bir şekilde kullanır.
- ✓ Doğa iş birliğini ödüllendirir. Doğal sistemlerde, farklı organizmalar birbirleriyle iş birliği yaparak hayatta kalmayı sağlarlar.
- ✓ Doğa çeşitliliğe güvenir. Doğal sistemler, farklı organizmaların ve türlerin birbirleriyle etkileşime girmesi sonucu çeşitlilik oluşturur.
- ✓ Doğa yerel uzmanlık gerektirir. Doğal sistemler, yerel koşullara ve kaynaklara uyum sağlayarak en uygun çözümleri sunarlar.

- ✓ Doğa aşırılıkları içeriden engeller. Doğal sistemler, dengelerini koruyarak aşırı büyüme ve yayılma eğiliminde olan organizmaları dengelemek için mekanizmalar geliştirmiştir.
- ✓ Doğa, sınırların gücünden yararlanır. Doğanın sürekli olarak kendine özgü sınırları vardır ve bir bitkinin kökleriyle aldığı suyu ve mineralleri kullanarak sınırlı bir alanda büyüebilmesinde olduğu gibi doğanın sunduğu sınırlı kaynaklarla nasıl başa çıkabileceği konusunda da ipuçları vermektedir.

Biyomimikri Ne Değildir?

Biyolojik organizmaların özelliklerini taklit ederek teknolojik yenilikler geliştirmeyi ifade eden disiplinler arası bir alana atıfta bulunurken bilim insanları 'biyomimikri (biomimicry)', 'biyoilham (bioinspire)', 'biyomimetik (biomimetic)' veya nadiren 'biyonik (bionic)' terimini tercih etmektedirler (Çoban, 2019; Sharma & Sarkar, 2019; Staples, 2005). Sürdürülebilir tasarım çözümlerinin geliştirilmesinde biyomimikri kullanılmaktayken, askeri teknoloji alanında biyomimetik terimi sıklıkla kullanılsa da 'Biyomimikri' ile 'Biyomimetik' arasında bir fark bulunmamaktadır (Aziz, 2016). Biyomimikrinin ne olduğunu daha iyi anlayabilmek için, madalyonun diğer tarafına odaklanarak nelerin biyomimikri olmadığına da bakmak gerekmektedir. Doğanın esin kaynağı olduğu tasarımları içeren marka logoları, böceklere benzeyen dronlar, akıllı telefonların ekranlarını süsleyen parlak çiçekler günlük hayatta karşılaştığımız doğanın sayısız izlenimlerindedir. Aşağıda başlıklar halinde açıklanan örnekler doğa tabanlı tasarımlar ve çözümler olsa da biyomimikri değillerdir (Biomimicry For Entrepreneurs, 2018):

Biyomorfizm. Biyomorfizm ve biyomimikri, benzer kavramlar olsa da farklı şeyleri ifade ederler. Biyomorfizm doğadaki canlı organizmaların şekillerinin insanlar tarafından tasarım sürecinde kullanılmasıdır (Hanzad, 2019). Biyomimikri ise, doğadaki canlı organizmaların işlevsel özelliklerinin taklit edilmesiyle insan yapımı ürünlerin geliştirilmesidir. Biyomorfizm, biyomimikri için bir ilham kaynağı olabilir ancak aynı şeyler değillerdir. Bir kuşun kanat yapısı, hafifliği ve aerodinamik özellikleri nedeniyle insanoğlu

tarafından uçak tasarımında kullanılması biyomimikriye örnek olarak verilebilir. Mücevher tasarımında kuş kanadı şeklinde broşlar ise biyomorfizmin örneklerinden biridir. Biyomimikri de doğayı gözlemler ancak gözlemedeki amacı doğada sürdürülebilir fonksiyonel çözümler üretmektir. Kısaca biyomimikride amaç, problem çözmektir.

Biyofilik Tasarım. Biyofili, insanların varoluşundan itibaren içselleştirdiği ve yaşamla bağlantı kurma arzusundan kaynaklanan bir ihtiyaç ve eğilimdir (Kahn Jr, 2002). Biyofilik tasarım ise, insanların doğal çevreye olan bağlılıklarını artırmayı hedefleyen tasarım yaklaşımıdır. Bu yaklaşım doğal ortamın renklerinin, desenlerinin ve materyallerinin insan yapılarına entegrasyonunu amaçlar.

İnsanların hayvan, hayvan sesleri, bitki, su ve mevsimsel değişiklikler gibi doğal uyarıcılara yakın olma isteği doğuştan gelmektedir. Ormanda veya sahilde yürüyüş yaparken keyif almamız ve evlerimizi hayvan ve bitkilerle paylaşmamız insan ve doğa arasındaki bağlılığın ispatıdır (Wilson, 1996). Biyofilik tasarımlar bizi doğayla iletişime geçirir. Evler ve ofisler, doğayla görsel bağlantı sağlarken biyofilik alanların stresi azalttığı ve yaratıcılığı arttırdığı bilimsel olarak da kanıtlanmıştır (Ulrich, 1999; Wilson, 1996). Kısacası biyofilik tasarım insanın doğayla yeniden bağ kurmasını sağlar. Biyomimikri de doğayı araştırma kaynağı olarak kullanır. Fakat amaç doğanın içinden bir parçayı almak değildir. Daha çok ilham kaynağı olarak doğanın nasıl çalıştığını anlamaktır. Biyomimikri, canlı organizmaların çevreleriyle olan etkileşimleri üzerine odaklanır. Bu yaklaşım, organizmaların kendi ekosistemlerindeki koşullara nasıl uyum sağladığını ve bu koşulların organizmaların hayatta kalma ve üreme şanslarını nasıl etkilediğini anlamaya yöneliktir.

Biyo-destekli Teknolojiler. Biyo destekli teknolojiler, biyolojik sistemleri, organizmaları ve süreçleri kullanarak insan yapımı ürünlerin geliştirilmesi veya iyileştirilmesi anlamına gelir. Biyo-destekli teknoloji, canlı organizmalardan, moleküllerden, hücrelerden, dokulardan veya bireylerden elde edilen bileşenleri, ürünlerin tasarımı ve üretimi sırasında kullanarak ürünlerin özelliklerini geliştirmeyi hedefleyen bir teknolojik yaklaşım olarak tanımlanabilir (Avinç & Selçuk, 2020). Bu yaklaşımda doğa taklit edilmezken asıl hedef,

doğada var olan biyolojik parçaları kullanmaktır (Jacobs, 2014). Örneğin, biyo-destekli tarım, ürün verimliliğini artırmak için mikroorganizmaların kullanımını içerir. Yoğurt, ekmek ve sirke gibi fermente gıdaları yaparken tek hücreli mikroorganizmaların kullanılması, bakterilerden atık suları iyileştirmede yararlanılması yaygın olarak görülen uygulamalardır. Biyo-destekli teknolojiler ve biyomimikri arasındaki fark ise, biyomimikrinin bir şeyleri üretmek için organizmaları kullanmamasıdır. Onun yerine etik ilkeler dahilinde, canlı organizmalardan ve onların doğal süreçlerinden öğrenerek, sürdürülebilir çözümler geliştiren bir tasarım ve mühendislik yaklaşımıdır.

Biyorobotik. Biyorobotik, biyolojik sistemleri taklit ederek robotik sistemler tasarlamayı ve geliştirmeyi amaçlayan bir disiplindir. Bu şekilde canlı organizmaların biyolojik özellikleri robot ve robot benzeri tasarımlar yaparken kullanılır. Uzaktan kumanda ile kontrol edilerek yönlendirilebilen insansız hava araçları olan dronlar, böceklere ve kuşlara benzeyen tasarımlarıyla biyorobotik örneğidir. Biyomimikride olduğu gibi, biyorobotik de organizmalarla çalışır ve tasarım süreçlerinde doğayı taklit eden yaklaşımları model olarak alır. Ancak, biyomimikri doğada bulunan bir formun aynısını yaratmaya çabalamaz.

Genetik Mühendisliği. Genetik mühendisliği DNA'nın yapısını, işlevini ve kontrolünü anlamaya ve manipüle etmeye odaklanan bir disiplindir. Genetik mühendisliği, DNA dizimleri, genetik materyal, proteinler gibi biyolojik bileşenlerin manipülasyonu ile ilgilenir. Genetik mühendisliği ve biyomimikri, doğadan ilham alarak, insan yapımı ürünlerin geliştirilmesine yardımcı olsa da farklı amaçlar ve uygulamalar ile birbirinden ayrılmaktadır. Biyomimikri doğanın çözümlerine odaklanırken, genetik mühendisliği de doğanın moleküler düzeydeki çözümlerine odaklanır. Biyoteknolojik uygulamalar genetik mühendisleri tarafından gerçekleştirilir. Sıcak bölgelerde yetişmeyen sebze ve meyvelerin kalıtsal özelliklerinin değiştirilerek yetişebilmesi, örümcek genlerini keçilerin DNA'larına transfer ederek, süt yerine ipek salgılamalarını sağlama çalışmaları genetik mühendislerinin çalışma alanlarına örnek olarak verilebilir. Genetik mühendisliği belirtildiği gibi organizmaları

değiştirirken, biyomimikri bunu yapmaz. Biyomimikrinin ayırt edici özelliği, etik unsurlarını da içeren sürdürülebilir çözümler yaratmak için var olan organizmaları değiştirmesi değil, onlardan öğrenmesidir.

Geçmişten Günümüze Biyomimikri

Biyomimikri terimi, 'bios' ve 'mimesis' kelimelerinin köklerinden gelmektedir (Volstad & Boks, 2012). Yunanca'da bios, yaşam kelimesine karşılık gelirken mimesis taklit etmek anlamında kullanılmaktadır. Biyomimikri terimi Janine Benyus tarafından 1997 yılında ilk olarak "*Biomimicry: Inspired by Nature (Biyomimikri: Doğadan İlham Alan Yenilikler)*" adlı kitabında kullanılmıştır (Benyus, 1997). Benyus kitabında, biyomimikriyi doğal dünyada gözlemlenen tasarımların, işlevlerin veya mekanizmaların kopyalanması ve yeniden yaratılması olarak tanımlamıştır. Benyus'un kurucusu olduğu Biyomimikri enstitüsü ise, biyomimikriyi "insani zorlukları çözmek için doğada bulunan stratejilerden öğrenen ve bunları taklit eden, sürdürülebilir çözümler arayan bir uygulama" olarak tanımlamaktadır (Biomimicry Institute, 2006b). Kısacası, biyomimikrinin temelinde ilham kaynağı olan doğa vardır ve enerji, atık azaltma ve karşılaşılan diğer birçok zorluk için çevre dostu sürdürülebilir tasarımların yapılması doğanın taklit edilmesi ile mümkün olacaktır (Kennedy, 2004).

Biyomimikri kavramı bir bilim dalı olarak literatüre girmeden binlerce yıl önce insanlık tarihinde yüzmeye dair hayallerin balıklardan, uçmaya dair hayallerin ise kuşlardan ilham alarak oluşturulduğu bilinmektedir. Mühendis ve bilim insanı olan Leonardo da Vinci (1452-1519) "Codex on the Flight of Birds – Kuşların Uçuşunda Kodeks" adlı eserinde, insan uçuşunun kuş uçuşunun mekaniği üzerinden modellenebileceğini savunmuştur. Bu eserinde kuşların uçuş stratejilerinden esinlenerek uçan bir makine tasarlamıştır (İrez & Doğan, 2017; Yener, 2019). Roma İmparatorluğu döneminde doğadaki canlılardan esinlenerek tasarlandığı bilinen, savaşlarda kullanılmak üzere fiziksel ve işlevsel açıdan akrep şeklinde araç gereçler yapılmıştır (Karslı & Kurt, 2021). Biyomimikri alanında en

yaygın bilinen örnek ise George de Mestral adlı bir mühendis tarafından 1941 yılında ilginç bir tasarım öyküsü ile icat edilerek patenti alınan Velcro (cırt cırt) tasarımıdır (Goss, 2009). Mestral, yürüyüş esnasında köpeğinin tüyelerine yapışmış olan bir bitkinin dikenlerinden ilham alarak yapıştırıcı kullanmadan iki yüzeyin birbirine kenetlenmesini sağlayan bir kumaş tasarlamıştır. Kumaş, küçük kancaları taklit eden özel bir yüzeye sahiptir. Bu yüzey özel lif yapısı ile uyumlu olan bir başka yüzey ile temas ettiğinde, kancaların tıpkı bir çengel gibi birbirine takılması sonucu kenetlenmektedir. Bu icat başarılı bir şekilde giysi, ayakkabı, çanta, çadır, uyku tulumu gibi ürünlerde kapatma veya sabitleme amaçlı kullanılmaya başlanmıştır.

Bu ve benzeri örnekler insanların geçmişten günümüze kadar farklı amaçlar doğrultusunda doğadan faydalanma arzusuyla, doğa ile etkileşim halinde bulduklarını göstermektedir. Ancak, biyomimikri terimi ve bu yöntemin bilimsel olarak tanınması çok daha yakın tarihli bir gelişmedir. Biyomimikrinin modern anlamda tanımlanması, 20. yüzyılın ortalarına kadar uzanmaktadır. 1950'lerde, bilim insanları doğadan ilham alarak yapay malzemeler ve ürünler geliştirmeye başlamışlardır. Biyomimikri yaklaşımı, son yıllarda bilimsel bir disiplin olarak kabul edilmiş ve günümüzde mühendislik, tasarım, biyoloji ve diğer alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte birçok icat, "doğa benzer bir problemi nasıl çözüyor?" sorusundan yola çıkılarak gerçekleştirilmiştir. Bilim, sanat, mimari, yapay zeka, nanoteknoloji, robotik, endüstri, askeri, ve ulaşım gibi alanlarda doğanın başarılı bir şekilde taklit edilmesi yönünde çalışmalar devam etmektedir (İrez & Doğan, 2017).

Biyomimikrinin Kullanım Alanları ve Örnekleri

“İnsan zekâsı... Doğanın keşiflerinden daha güzel, daha basit ya da daha direkt bir keşfe asla imza atamayacak. Çünkü doğanın keşiflerinde ne bir şey eksiktir ne de bir şey fazladır.”

Leonardo Da Vinci

Biyomimikri, sadece doğanın işleyişini öğrenmeyle sınırlı olmayıp doğadaki her bir organizmaya ve içinde yer aldığı sistemlere de kapsamlı bir bakış gerektirmektedir. Doğadaki süreçlerin taklit edilmesi, sadece daha verimli ve doğa dostu üretim yöntemleri geliştirme fırsatı sunmakla kalmaz, aynı zamanda ekosistemlerin, fikirlerin bir kütüphanesi olarak görülmesi ve korunması gerektiğini de öğretir (Staples, 2005). Biyomimikri sürecinin küresel olarak uygulanabilirliğini vurgulamak için, doğadan ilham alan örneklerin incelenmesi yol gösterici olacaktır.

Şekil 3

Velcro Bandı – Dulavrat Otu

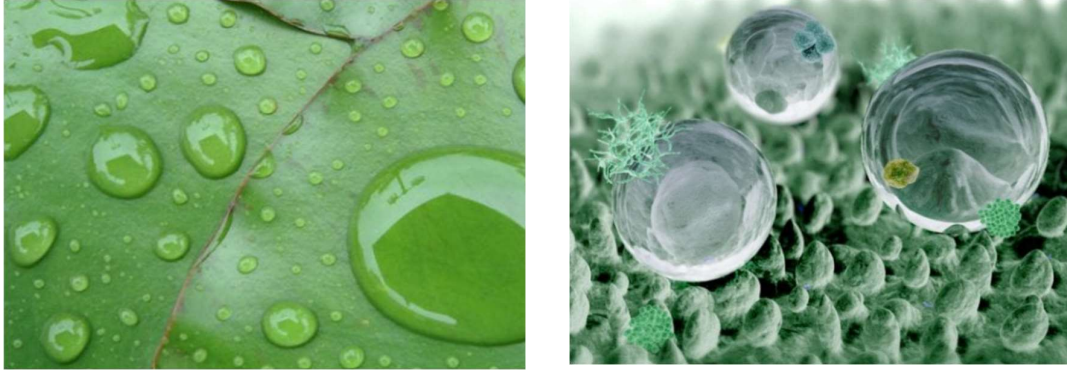


Ask nature (2021d)

Biyomimikri alanında en popüler örnekler arasında yer alan cırt cırt bantın hikayesi, doğal bir yürüyüş esnasında yapılan gözlemlere dayanmaktadır. İsviçreli mühendis George de Mestral, köpeğiyle yaptığı bir yürüyüş sırasında köpeğinin tüylü bacaklarında takılı kalan dulavratotu bitkisini (Burdock plant) fark eder. Yaptığı mikroskobik incelemede, otların ucunda minik kancalar bulunduğunu tespit eder. Bu minik kancalar, otların yüzeye tutunmasını sağlamaktadır. Bu keşiften yola çıkarak, Mestral, bir yüzeydeki kancaların diğer yüzeydeki halkalara yapışacağı bir bant fikri geliştirir. Çeşitli denemelerden sonra Mestral, kancalı yüzeyi yumuşak halkalı yüzeyle başarılı bir şekilde bir araya getirir ve ürününe velvet (kadife) ve crochet (kanca) kelimelerinin birleşmesinden oluşan bir kısaltma olan "Vel-Cro" adını verir (Şekil 3).

Şekil 4

Nilüfer (Lotus) yaprakları- Lotus yaprağının yüzeyinin bilgisayar grafiği



(Ask nature, 2021c)

Nilüfer yaprakları, suya iyi yapışmaz ve damlacıkların kendilerini içine çekmesine izin vererek, neredeyse mükemmel küreler oluşmasına neden olur.

Lotus yaprağının yüzeyi, suyun itilmesine yardımcı olan mum kristal mikroyapılarına sahiptir. Su damlacıkları, kir parçacıklarını toplayarak yaprakları temizler.

Nilüfer, sulak alanlarda yetişen bir bitkidir ve yaprakları çamurlu ortamlarda yetişmesine rağmen hiç kir barındırmazlar. Lotus bitkisinin yaprak yüzeyi, su moleküllerinin yüzeye yapışmasını önleyen mikroskobik tepcikler içerir ve su, lotus yaprağının yüzeyindeki kir ve yağın yüzeye tutunmasını engeller ve suyun damla şeklinde durmasını sağlar (Şekil 4). Böylece kirler toplanarak akar. Bu yapı nano teknolojik yöntemlerle kolay temizlenen kumaşlar, dış cephe kaplamaları ve boya malzemeleri gibi birçok ürünlerde kullanılmaktadır.

Şekil 5

Akçaağaç tohumu- Rüzgâr türbinleri



(Ask nature, 2021b)

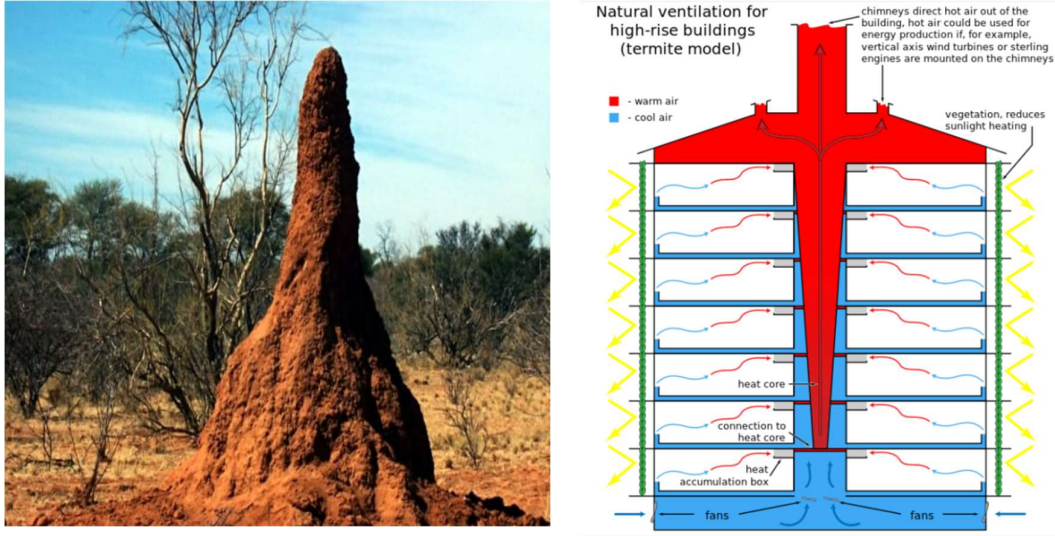
Baykuşlar, avlarından habersiz bir şekilde sadece birkaç santimetre uzakta uçabilme özelliğine sahiptir. Bu sessiz uçuş özelliklerini özel tüyelerine borçludurlar. Baykuşun kanadının ön kenarı, kanattan dışarı doğru çıkan küçük tüylerle kaplıdır ve bu çentiklerin, akan havanın gürültüsünü azalttığı gözlemlenmiştir. Baykuşların kanatlarındaki ve bacaklarındaki kadifemsi tüyler, avlarının duyabileceği herhangi bir sesi emer. Bu özellikleriyle, baykuşlar uçarken ve avlanırken neredeyse hiç duyulmazlar.

Bitkiler çoğalırken, genellikle kuşlar ve şiddetli rüzgarlar tarafından desteklenen bir mekanizma kullanırlar. Kuş ve diğer canlılar bitkilerin tohumlarını yediklerinde, onları taşıyarak ve dışkılayarak, yeni bitkilerin rastgele bir dağılımı oluşturmasına yardımcı olurlar. Akçaağaç tohumları ise tohumlarının ekildiği yerin erişimini artırmak için kasırga benzeri bir girdapta dönerler ve diğer tohumlardan daha fazla kaldırma kuvveti oluştururlar.

Rüzgâr türbinleri, çevre dostu bir enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi üretse de tasarımlarındaki kusurlar önemli maliyetlere sebep olabilmektedir. Biome Renewables isimli firma, baykuşların tüyelerinden ve dönen akçaağaç tohumlarından ilham alarak "PowerCone" adında bir cihaz tasarlamıştır (Şekil 5). Bu cihaz türbülansı azaltmak ve verimliliği artırmak için mevcut türbin kanatlarının aeroakustiğini ayarlamaktadır. PowerCone, türbinin merkezine yerleştirilmekte ve havayı düzgün bir şekilde kanatlara geri yönlendirmektedir. Bu, türbinlere ilave tork sağlayarak verimliliklerini ve elektrik üretme kapasitelerini artırmaktadır.

Şekil 6

Termit Kuleleri - Eastgate Center



(Ask nature, 2021a)

Makrotermitler kule oluşturarak yer altında kolonilerinde yaşayan canlılardır. Bu kuleler, salgı, toprak ve gübre karışımından oluşur. İşçi termitler tünel ağı oluşturur ve tepelikler, yer altı yuvasındaki gaz değişimine yardımcı olur. Termit yuvasının etrafındaki toprak, dış sıcaklık değişikliklerine karşı bir tampon görevi görür ve kule içindeki hava akımları, gaz değişimini kolaylaştırır.

Eastgate Center, Zimbabwe'nin Harare kentinde bulunan bir ofis ve alışveriş merkezidir. Bu yapı, termit kulelerinin taklidiyle tasarlanmış doğal havalandırma sistemini kullanmaktadır. Tümseklerdeki bacalar, alçak hava basıncı sağlar ve rüzgarları içine çeker. Termitlerin açtığı tünellere benzeyen yapının taklidi sayesinde sıcak hava binadan dışarı çıkar ve soğuma sağlanır. Böylelikle açıklıklar aracılığıyla binanın içindeki sıcaklık yönetilir. Bu tasarım özellikleri, dış sıcaklıklar değişkenlik gösterirken binanın içindeki sıcaklık değişimini azaltmak için birlikte çalışır. Klimanın kullanılmadığı bina, enerji maliyetlerinde tasarruf sağlamaktadır (Şekil 6).

Japonya'da, yılda milyonlarca yolcu taşıyan Shinkansen hızlı treni, 240-320 km/saat hıza sahiptir. Sahip olduğu yüksek hız, trenin önünde atmosfer basıncı dalgalarının oluşmasına neden olmakta ve tünel çıkışlarında yakın çevredeki insanları rahatsız eden yüksek "tünel patlamaları" meydana getirmektedir. Mühendisler, trenin sessiz hareket edecek şekilde yeniden tasarlanması için doğal gözlemlere başvurmuş ve yalıçapkını kuşlarının suya dalış tekniklerinde havayı nasıl yarıp geçtiklerini keşfetmişlerdir. Yalıçapkını kuşunun gaga şeklini taklit ederek, trenin ön ucunu yeniden tasarlayan mühendisler, bu tasarım sayesinde gürültüyü azaltmış, tünel patlamalarını ortadan kaldırmış ve aynı zamanda elektrik tüketimini %15 azaltarak trenin %10 daha hızlı gitmesini sağlamışlardır.

Hava hareket ettiğinde ses üretilir ve hareket arttıkça ses de artar. Karada bulunan rüzgar türbinleri yoğun bir gürültü oluşturabilirler, ancak gürültü yönetmeliklerine uygun olmaları gerekmektedir. Bu nedenle birçok rüzgar türbini, gürültü seviyelerini azaltmak için güç seviyelerini düşürmek zorunda kalmakta ve bu da daha az enerji üretimine sebep olmaktadır. Riblet4Wind adlı bir şirket, köpekbalıklarından öğrenilen dersleri verimliliklerini artırmak için rüzgar türbinlerinin tasarımına uygulamıştır. Bazı köpekbalığı türleri, 50 km/sa hızlarda yüzebilmektedir ve derileri küçük pullarla kaplıdır. Köpekbalığı pulları, cilde en yakın su akışını yöneterek sürtünmeyi azaltmakta ve köpekbalığı dişleri ise emme ve itme kuvveti sağlamaktadır. Bu nedenle köpekbalığı dişleri, sürtünmeyi azaltırken yüzme hızını artırabilmektedir. Şirket, Riblet Kaplama adında rüzgar türbinleri kanatlarına uygulanan bir yüzey kaplaması kullanmıştır. Kaplamadaki küçük çıkıntılar, köpekbalığı dişlerini taklit ederek sürtünmeyi azaltmaya ve kaldırmayı artırmaya yardımcı olmaktadır. Bu sayede rüzgar türbinleri daha düşük hızlarda aynı verimlilikle çalışmakta ve aynı zamanda gürültüyü de azaltmaktadır.

Enzimlerden ilham alan güçlü temizleyiciler (Stolz et al., 2006), böceklerin sinir sistemlerinden esinlenen makine öğrenimi modeli (Rapp & Nawrot, 2020), nane yapraklarından ilham alan donmayan yüzeyler (Yao et al., 2020), güveler ve kuş sürülerinden esinlenen arama modeli algoritması (Durve et al., 2020), fil hortumundan ilham

alan robotik kol (Liang et al., 2006; Smith & Kier, 1989) biyomimikri yoluyla doğadan ilham almanın ve bu ilhamdan yararlanarak teknolojik yeniliklerin geliştirilmesinin potansiyelini gösteren örneklerden birkaçıdır. Biyomimikri, doğadaki milyonlarca yıllık evrim sürecinde gelişen optimize edilmiş çözümleri taklit ederek, insanlar için faydalı ve sürdürülebilir teknolojik inovasyonlar elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu teknolojiler, daha verimli, daha dayanıklı, daha çevre dostu ve daha sürdürülebilir çözümler sunabilir. Biyomimikri, küresel olarak uygulanabilirliğini ispatlamış bir yaklaşım olup, doğal dünyanın tasarım fikirlerinin insana ilham veren potansiyeli bulunmaktadır. Bu uygulamalar, insan yapımı ürünlerin performansını artırarak doğal kaynakları daha verimli bir şekilde kullanmaya yardımcı olurken, aynı zamanda doğal dünyayı koruma potansiyeline sahiptir.

Biyomimikri ve Fen Eğitimi

Fen eğitiminde STEM ve Biyomimikri

Fen Bilimleri Eğitimi/Öğretimi ve Biyomimikri. 2005 yılında Fen ve Teknoloji dersi öğretim programı ile yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiştir. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin aktif katılımıyla önceden sahip oldukları bilgileri ve yeni öğrendiklerini birleştirerek öğrenmelerini sağlamayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Özmen, 2004). 2013 yılında ise yapılandırmacılık odaklı bir yaklaşımdan, çağdaş yaklaşımları da barındıran daha karma bir öğretim anlayışına geçilmiş ve fen bilimleri öğretim programı güncellenmiştir (MEB, 2013). Öğrencilerin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu bu programda, araştırma – sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı benimsenmiş ve sürdürülebilir kalkınma kavramı fen bilimleri öğretim programına ilk kez dahil edilmiştir. Türkiye'nin de bulunduğu 193 üye ülkenin katılımı ile yoksulluğun ortadan kaldırılması, toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve daha kaliteli eğitim sisteminin getirilmesi, küresel anlamda iklim değişikliği ile mücadele edilmesi, ekosistemlerin korunması, ormanların sürdürülebilir kullanımının sağlanması, çölleşme ile mücadele edilmesi ve biyoçeşitliliğin daha etkili korunması gibi 17 temel amaç, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma

Hedefleri (SKH-2030)'nde belirlenmiştir (Peşkirçioğlu, 2016). Yerel ve küresel sürdürülebilirlik sorunlarını çözmek için biyomimikri ile doğadan ilham almak yardımcı olabilir (Biomimicry Institute, 2006b).

2004 Fen ve Teknoloji öğretim programı ile başlayan ve 2013 Fen Bilimleri öğretim programı ile devam eden fen ve teknoloji okuryazarlığı vizyonu, güncellenen 2018 Fen Bilimleri öğretim programıyla devam etmiştir. Bu programda öğrencilerin model ve ürün geliştirmeleri, proje tasarımları, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakabilmesi amacıyla STEM bağlamında, Fen, Mühendislik ve Girişimcilik uygulamaları yer almıştır (MEB, 2018). STEM eğitimi ile öğrencilerin günlük yaşamlarında ve gelecekte karşılaşacakları probleme çözümler üretmeleri, bilgiyi organize edebilmeleri, edindikleri bilgileri farklı disiplinlere aktarabilmeleri beklenmektedir. Fen bilimleri öğretim programının “bilgi” basamağında yer alan Fiziksel Olaylar, Dünya ve Evren, Canlılar ve Yaşam ile Madde ve Doğası konularının her birinde biyomimikrinin merceğinden fen öğretimine entegre edilen STEM uygulamaları, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları veya gelecekte karşılaşacakları problemin çözümünde doğadaki işlevi taklit etmeleri için ilham verici olacaktır.

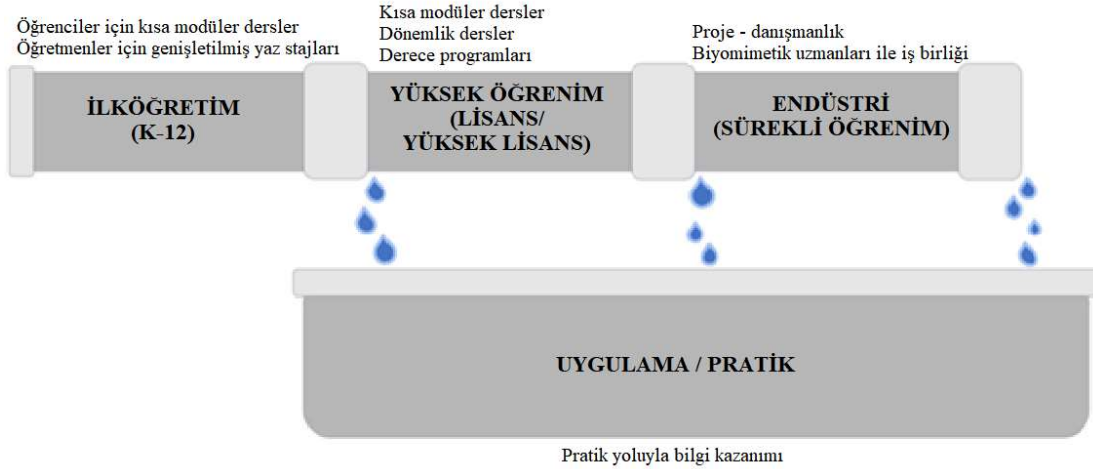
Biyomimikri terimi mühendislik, mimarlık, ürün tasarımı gibi farklı alanlarda 1990'lı yıllardan beri kullanılmasına rağmen biyomimikri ve eğitim sadece birkaç çalışmada birlikte ele alınmıştır (Canbazoğlu Bilici et al., 2021; Çoban, 2019; Collado Ruano, 2016; Fried et al., 2020; Gencer et al., 2020; Mburu & Silveira, 2023; Sumrall et al., 2018; Tank et al., 2015; Yao et al., 2020; Yıldırım, 2019). Biyomimikrinin eğitim öğretim süreçleri ile bütünleştirilmesinde başlangıç noktası, insanın karşılaştığı zorluklarla doğanın nasıl baş ettiğinin sorgulanmasıdır. Ancak öğrencilerin problemlere çözüm üretebilme becerilerini geliştirmek, canlıların enerji, beslenme, barınma ve sosyal davranışları gibi zorluklarını nasıl aştıklarını anlayabilmeleri için doğanın örnek alınması ve doğanın bir öğretmen olarak görülmesi gerekmektedir. (Benyus, 1997; Collins, 2016). Bu da planlı şekilde yürütölen fen derslerine entegre edilmiş biyomimikri eğitimi ile mümkün olacaktır.

Biyomimikriyi fen eğitimi müfredatına dahil etmenin birçok faydası vardır; öğrenciler keşifler yapar, ekip çalışması içerisinde çalışan öğrencilere benzersiz bir STEM deneyimi sunar, onları yaşanan zorluklara çözümler tasarımları için cesaretlendirir, sürdürülebilirlik konularında ve yaratıcı düşünmede beceri geliştirirken farklı bakış açıları da kazanırlar. Biyomimikri ile yürütülen fen dersleri ile öğrenciler benzer bir sorunda doğa ne yapardı sorusuna cevap ararken, doğanın çözüm bolluğundaki mekanizmaları anlar ve sorunları çözmek için kullanır, doğanın yenilikçi sürdürülebilir tasarıma nasıl ilham verebileceğini öğrenir ve doğayı gözlemlenmesi esnasında biyolojik özelliklerin ardındaki işlevleri ve ilişkileri belirlemek için eğlenceli açık hava gezileri deneyimler (Biomimicry Institute, 2006b). Doğayı gözlemlenmesi sonucunda bulgular elde ederler ve bulgulardan öğrendiklerini neden-sonuç ilişkisi içinde sorgulamaya başlarlar.

Biyomimikri, doğadaki harikalıkların keşfi ile ilgili bir kavramdır ve bu kavramın ilkokul yıllarında öğrencilere öğretilmesi, doğayı tanımalarına, farkındalıklarının artmasına ve yaratıcılıklarının gelişmesine yardımcı olabilir. Lise düzeyinde ise biyoloji, çevre bilimi ve sanat dersleri aracılığıyla entegre projeler yoluyla biyomimikrinin öğretilmesi, öğrencilerin doğayı daha iyi anlamalarını, tasarım becerilerini geliştirmelerini ve sürdürülebilir çözümler üretmelerini sağlayabilir. Bu şekilde, biyomimikri eğitimi, ilkokul ve lise düzeylerinde eğitim programlarına entegre edilebilir ve öğrencilerin hem doğayı hem de tasarım sürecini daha iyi anlamalarına katkı sağlayabilir (Mburu & Silveira, 2023; Staples, 2005).

Şekil 7

Biyomimetik Eğitim Boru Hattı



(Jacobs et al., 2022)

Jacobs (2022) çalışmasında biyomimikri öğretiminin K-12'den sürekli eğitime kadar olan aşamalarında nasıl öğretildiğine odaklanarak, farklı kullanıcıların bakış açılarını, beklentilerini, ihtiyaçlarını ve zorluklarını açıklamıştır. Buna göre, mevcut sorunlara çözümler sunmak için biyomimikrinin gelecek nesil tasarımcılara öğretilmesi gereklidir fakat eğitim sisteminde farklı aşamalarda neyin ve nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda ortak bir anlayış henüz sağlanmamıştır (Jacobs et al., 2022; Sharma & Sarkar, 2019). Araştırmada biyomimikri eğitim boru hattı oluşturularak derslerin uygulamaya aktarılması için bir çerçeve sunulmuştur (Şekil 7). Böylelikle biyomimikri sürecinde öğrenciler temel biyoloji konularına hâkim bir şekilde farklı aşamalarda farklı öğrenme fırsatına sahip olacaklardır. İklim değişikliği ile mücadelede endüstrinin etkili bir şekilde yer alması gerektiği düşünüldüğünde, boru hattında öğretilen konuların endüstri ihtiyaçlarına uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle yüksek öğrenim ile endüstri arasındaki bağlantı daha doğrudan ve etkin hale getirilmelidir. Eğer bir biyomimikri eğitim müfredatı geliştirilirse, boru hattındaki boşlukların tespit edilebileceği ve endüstri uygulamalarının daha da geliştirilmesi için yol haritası belirlenebileceği ifade edilmektedir.

Biyomimikri eğitiminin ihtiyaçlara uygun olarak geliştirilmesi ve öğrencilere sağlam bir biyomimikri temeli oluşturması durumunda, iyi eğitilmiş öğrencilerin eğitim sisteminin "çıktısı" olabileceği bilinmektedir (Jacobs et al., 2022; Staples, 2005). Okulda biyomimikri

eğitiminin erken yaşta başlaması, öğrencilerin biyomimikri uygulamalarının farkında olmalarını ve ileride bu alanda çalışmak için motive olmalarını sağlayacaktır (Mburu & Silveira, 2023). Biyomimikri eğitimi teknolojik gelişmelerin hız kesmeden devam ettiği bir dünyada, doğaya saygılı şekilde sürdürülebilirliği sağlayabilecek bir geleceğin inşasına katkı sağlayabilir.

Eğitim/Öğretim, STEM ve Biyomimikri. Eğitim ve öğretim süreci, bireylerin disiplin bilgisi ve bilişsel yeteneklerinin yanı sıra, sosyal ve duygusal beceriler, hoşgörü, saygı, sevgi, öz-düzenleme ve öğrenme süreçlerini yönetme gibi geniş yeterlilikleri kazanmalarını amaçlamaktadır (MEB, 2018). Bu özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesi için zaman içerisinde öğretim programlarına yeni dersler eklenmiş veya mevcut derslere yeni içerikler eklenmiştir. 1968 Öğretim Programı başta olmak üzere, tüm öğretim programlarımızda doğanın ve çevrenin korunmasıyla ilgili hedef davranışlar veya kazanımlar bulunmaktadır (MEB, 1968, 2005, 2013, 2018). Oysaki doğanın tahribatı son zamanlarda en dikkat çeken konu haline gelmiştir. Bu da göstermektedir ki, çevre ve doğa bilincinin kazandırılması, sadece öğretim programlarına yeni içeriklerin veya derslerin eklenmesiyle sınırlı kalmamalıdır. Kısacası bu konuda yeni bir yaklaşım ve bakış açısı kazandırmak, yeni ve farklı eğitim yaklaşımları ile mümkün olacaktır.

Günümüzde bilim ve teknoloji hızla ilerlemekteyken bireylerin yeniliklere açık olmaları gerekmektedir. Bu nedenle değişen ve gelişen teknolojiye ayak uydurabilecek ve gelişimine katkı sağlayacak bireyler yetiştirmek büyük önem taşımaktadır. Okullarda ise artan bilgileri bireylere sağlıklı bir şekilde aktarmak için çeşitli yöntem, teknikler kullanılmaktadır. Bu eğitim yaklaşımlarından en yenisi STEM eğitimidir (NRC, 2011). STEM eğitiminin derslerde kullanılması süreç içerisinde gerçekleşmektedir. Bu süreçte akademik bilgilerin verilmesini takiben bu bilgileri kullanacakları bir problem cümlesi verilir ve öğrenciler mühendislik tasarım süreçlerini uygular. Süreç sonunda öğrencilerden ortaya bir ürün çıkarmaları beklenir (Akgündüz et al., 2015; MEB, 2018).

STEM eğitiminde doğayı, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik ile bir araya getirebilmek amacıyla biyomimikri öğretimi uygulanabilir (Alperen, 2020; Avcı, 2019; Gencer et al., 2020; Kandemir et al., 2022; Yıldırım, 2019). Birçok disiplin alanında karşımıza çıkan biyomimikrinin eğitim alanında son dönemlerde popülerlik kazanmış olmasının başlıca nedeni, dünyanın her geçen gün daha da azalan doğal kaynakları ve insanların bu kaynakları verimli bir şekilde kullanma çabasıdır. İlham kaynağı olarak doğayı ele alan tasarımlar, öğretmenlere özellikle çevre ve sürdürülebilirlik konularında STEM düşüncesini öğretmek için dinamik ve yeni bir yol sunabilir (Biomimicry Institute, 2006b). Biyomimikrinin entegre edildiği eğitim müfredatı, öğretmenlerin sınıflarda eğitim gerekliliklerini yerine getirmelerine yardımcı olurken, öğrencilerin sınıf dışında neler öğrenebileceklerine de vurgu yapar. Çocuklarda informal öğrenme ortamlarından olan doğa ile etkileşim içinde olmak, bir patikadan yürümek veya doğadaki canlılarla vakit geçirmek doğal olarak bir merak oluşturur. Merak duygusu ise çocuğun zihninde soruların canlanmasına, kendiliğinden denemeler yaparken keşifler ve yaratıcı fikirler geliştirmesine sebep olur (Tisza et al., 2019). Ayrıca canlılar ile etkileşim içinde iken öğrencilerde sürdürülebilir tasarımlar ve çözümler üretme becerisi gelişir (Eshach, 2007). STEM eğitimi ile öğrenciler öğrenilen yeni bilgileri anlamlandırıp günlük yaşama ya da yaşadığı ortama sunup ayak uydururlar. Biyomimikri temelli eğitim öğrencileri STEM ve çevre okuryazarlığı konusunda gerçek dünya problemleriyle meşgul etmenin harika bir yolu olmasının yanı sıra, onlara uygulanabilir çözümler ve gezegenimizin geleceği için umut verici bir bakış açısı sunmaktadır (Biomimicry Institute, 2006b).

Biyomimikri, doğadaki canlıların işlev ve stratejilerinin incelenmesi yoluyla insanlar için yenilikçi çözümler geliştirme sürecidir. Biyomimikri eğitimi, öğrencilere doğal dünyaya yeni bir bakış açısı kazandırmayı ve doğanın sunduğu fikirleri kullanarak dünyayı iyileştirmek için zorlukları ele alma becerisi kazandırmayı amaçlamaktadır (Ersanlı, 2016). Bu nedenle, biyomimikri eğitimindeki tüm çabalar, öğrencilerin doğal dünyayı anlamaları, taklit etmeleri ve değer vermelerini sağlayabilmeyi amaçlar. Bu aynı zamanda STEM

eğitiminin ana rolüdür çünkü STEM eğitimi, öğrencilerin doğayı ve doğanın süreçlerini anlamalarını ve öğrenmelerini sağlayacak birçok farklı materyal, araç ve teknolojiye sahiptir. Bu beceriler, öğrencilerin gelecekteki mesleklerinde ve hayatlarında başarılı olmalarına yardımcı olacaktır (Jacobs et al., 2022).

Biyomimikrinin Fen Öğretmenleri Tarafından Kullanımı

Eğitim sistemindeki iyileştirmeler hakkında yapılan araştırmalarda genellikle daha fazla bütçe, daha fazla öğretmen, mevcudu azaltılmış sınıflar, ek kreşler ve daha fazla tesis taleplerine odaklanılmaktadır (Speck & Speck, 2021). Ancak bu talepler, Hattie (2015)'nin çalışmasına dayanılarak değerlendirildiğinde sonuçlar farklılık göstermektedir. Dünya çapında 300 milyon öğrenciyi kapsayan 100.000'den fazla bireysel çalışmanın sonuçlarının derlendiği meta-çalışma öğrenci öğrenimi ve başarısı üzerinde etkili olan 252 faktörü sıralamaktadır. Yapılan çalışmaya göre, sınıf mevcudunun küçültülmesinin etkisi sınırlıyken yaz tatilleri ve televizyon öğrenciler üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Öğrencilerin başarısı üzerinde en etkili üç faktör, "öğretmenin başarı tahminleri", "kolektif öğretmen yeterliliği" ve "öğrencilerin kendilerine verdikleri geri bildirimler" olarak belirlenmiştir. İyi hazırlanmış ve öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun olan matematik ve fen programları, öğrencilerin bu alanlarda daha başarılı olmalarına yardımcı olduğu da aynı çalışmanın bulguları arasındadır (Akt.; Speck & Speck, 2021).

Kolektif öğretmen yeterliliği, öğretmenlerin sınıf yönetimini sağlamaları, öğrencileri motive etmeleri ve öğretme stratejilerini belirlemek için nasıl eğitim alacaklarını ifade eder (Erdoğan & Dönmez, 2015). Bir okulun öğretmenlerinin bir araya gelerek öğrenme ve öğretme süreçlerini nasıl geliştirebileceklerini, öğrenci öğrenimlerini nasıl artıracabileceklerini ve okulun genel başarısını nasıl artıracabileceklerini tartışmaları, öğretmenlerin birbirleriyle iş birliği yaparak ve fikir alışverişinde bulunarak, öğrencilere daha iyi bir öğrenme deneyimi sunmalarına yardımcı olabilir. Böylelikle öğrencilerin başarılarını artırmaya yardımcı

olabilecek öğrenme stratejileri belirlenerek öğrencilerin bireysel öğrenme gereksinimlerine uygun şekilde eğitim programları geliştirilir.

İnformal öğrenme alanları, yaşam boyu öğrenmede önemli bir rol oynar ve zihni genişletmek için birçok fırsat sunar. Okul dışı öğrenme yerlerinden olan bilim merkezleri, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeler, sergiler, rehberli turlar yaşam boyu eğitimdeki önemiyle zihni genişletme için çeşitli fırsatlar sunarlar. Japonya'daki Tokyo Ulusal Doğa ve Bilim Müzesi'nde yapılan anket çalışması, biyomimetik sergisinin yer aldığı bir fuarda, nesiller arasında biyomimetik uygulamalara yönelik beklentileri araştırmıştır (Kohsaka et al., 2017). Çoğunluğunu ailelerin oluşturduğu 30 ila 50 yaşları arasındaki 233 müze ziyaretçisine uygulanan anketlerle veriler toplanmıştır. Buna göre, çevre ve enerji uygulamaları orta yaştaki insanların dikkatini çekmekteyken ergenlik çağındaki katılımcılar, biyoyumlu malzemeler, hidrofobik/hidrofilik ürünler, sensörler, kendini tamir eden malzemeler ve robotları en fazla gelecek vaat eden teknolojiler olarak ifade etmişlerdir. Bu çalışma, günümüzde genç kuşakların teknolojinin hızlı ilerlemesiyle birlikte, doğanın verimli ve sürdürülebilir çözümlerinden ilham alan biyomimetik alanına büyük ilgi gösterdiğini, bu ilginin özellikle tıp alanında yoğunlaştığı göstermektedir.

Matematik ve fen programlarında biyomimikri, disiplinler arası doğası sayesinde öğrencilerin öğrenmesine önemli bir katkı sağlayabilir (Karslı & Kurt, 2021). Biyomimikri konuları öğrencilerin zihinsel gelişim düzeylerine göre kavramlar tek tek öğretildiğinde öğrenmelerine önemli bir katkı sağlayabilir. Ancak, okul ve üniversite eğitimi yalnızca ömür boyu süren bir "bilgi birikimi" olarak görülmemeli, öğrencileri bir üst eğitime hazırlamalı ve yaşam boyu öğrenmeye teşvik etmelidir (Speck & Speck, 2021). Bu şekilde biyolojik modellere dayalı teknik çözümler, öğrencilerin mesleki eğitimlerini geliştirmelerine yardımcı olabilir ve onları ömür boyu öğrenme için hazırlayabilir.

Biyomimikri, fen öğretmenlerine, bilimsel keşifleri gerçek hayatta uygulama ve öğrencilerine daha gerçekçi ve somut örnekler sunma fırsatı sunarken biyomimikri ile ilgili farkındalık, profesyonel bilgi, eğitim ve uzman eksikliği dünya genelinde sürdürülebilir

teknolojik çözümlerin ve eğitimin gelişimini önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Jacobs et al., 2022). Biyomimikri eğitiminin hem müfredat içeriği hem de öğretmenlerin etkili bir şekilde bilgi aktarımını sağlayabilecek araçları ve yöntemleri konusunda boşluklar olması da literatürde belirtilen zorluklardır (Sharma & Sarkar, 2019). Biyomimikri uzmanlarının sayısının ve deneyimlerinin artması ile biyolojiden ilham alan tasarım paradigmasını kullanarak gerçek dünya problemlerine çözümler bulunabilecektir.

Biyomimikriye Dayalı Fen Eğitimi Projelerinin Örnekleri

Biyomimikriye dayalı fen eğitimi projeleri, öğrencilerin doğadaki canlı organizmaların özelliklerini ve işlevlerini keşfetmelerine ve bu özellikleri nasıl insan yapımı ürünlere uygulayabileceklerini öğrenmelerine olanak tanır. Bu projeler, öğrencilerin bilimsel araştırma yapmalarını, yaratıcı düşüncelerini, teknolojik çözümler geliştirmelerini ve doğal dünya ile bağlantılarını güçlendirmelerini teşvik eder. Ayrıca öğrencilerin çevre sorunlarına duyarlılıklarını artırarak, sürdürülebilirliği teşvik ederler.

Biyolojiden ilham alan teknolojileri STEM konularına dahil etmeyi amaçlayan bir biyomimikri eğitim programı 'BioS4You' (genç nesiller için biyo-ilhamlı STEM konuları) projesidir. Avrupa Birliği tarafından finanse edilen BioS4You projesi, ülkemizin de dahil olduğu dört farklı ülkeden beş ortakla yürütülmektedir. Bu ortaklar arasında Litvanya'daki teknik üniversitelerden biri olan Kauno Teknoloji Üniversitesi (KTU), İtalya'da Eğitim, Öğretim ve Sosyal Gelişime odaklanan Uluslararası Eğitim ve Gelişim Teşviki Merkezi (CEIPES), İtalya'da doğa, bilim ve toplum tarafından ortaya atılan sorunlara yeni çözümler arayan Palermo Üniversitesi, Almanya'nın en büyük ve en prestijli araştırma ve eğitim kurumlarından birisi olan Karlsruhe Teknoloji Enstitüsü (KIT) ve Türkiye'den bünyesinde 44 okul öncesi okul, 456 ilköğretim okulu, 200 ortaokul, 96 lise ve 35 meslek yüksekokulu bulunduran Adıyaman İl Milli Eğitim Müdürlüğü yer almaktadır. BioS4You projesinde hedef kitle 14 ila 18 yaşları arasındaki okul öğrencileridir. Bu proje, öğrencilerin biyo-ilhamlı çözümler üretmelerine yardımcı olmak için STEM eğitimini kullanır. Öğrenciler, bir sorunu

tanımlar, sorunun nedenlerini ve sonuçlarını anlarlar ve doğadan ilham alarak bir çözüm geliştirirler. Bu süreç, öğrencilere doğayı taklit ederek yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretme olanağı sağlar. Projede, biyolojik olarak ilham alınan mühendislik ve bilimsel yenilikler ile teknolojiler ve süreçler kullanılarak, hayatı ve çevreyi iyileştirme potansiyeli olan konulara odaklanılmaktadır. Proje, resmi ve resmi olmayan eğitim ve aktif öğrenme etkinlikleriyle yeni nesilleri STEM ile tanıştırmak, gençlerin fark yaratabilecekleri konulara ilgi duymalarını, gerçek dünya teknolojilerini kullanarak STEM konularını öğrencilerin ilgisini çeken çevresel, sosyal ve sağlıkla ilgili konuları da kapsayacak şekilde bütünleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu sayede öğrencilerin, gelecekteki kariyer seçimleri konusunda daha bilinçli kararlar vermeleri hedeflenmiştir. Ayrıca STEM eğitiminde farklı yaklaşımlar sunmak için öğretmenlerin öğrenme modülleri oluşturmaları da projenin hedefleri arasındadır. Adorno ve ark. (2021) çalışmalarında projenin ilk 18 ayında gerçekleştirilen faaliyetleri raporlayarak sunmuşlardır. Buna göre, projenin öğrenciler üzerindeki sonuçları ve etkileri şu şekilde açıklanabilir:

- Projede yer alan çevresel, sosyal ve sağlık gibi farklı alanlar, öğrencilerin STEM alanlarındaki öğrenimleriyle birleştirilerek, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri sorunlarla ilişkilendirerek daha anlamlı hale getirilir.
- Proje tabanlı öğrenme deneyimleri, öğrencilere eleştirel düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sunar. Bu tür deneyimler, öğrencilerin aktif bir şekilde katılımını gerektirir ve bu sayede öğrenciler daha fazla sorgulama, eleştiri yapma ve yenilik yaratma fırsatı bulurlar. Bu tür beceriler, öğrencilerin 21. yüzyılda gerekli olan yeterlikler için önemli bir rol oynamaktadır.
- Projede yer alan öğrenme deneyimleri, öğrencilerin öğrenme sürecine daha fazla katılımını teşvik ederek öğrenmeye karşı daha olumlu bir tutum geliştirmelerine yardımcı olur. Öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif bir şekilde yer almaları, öğrenme hedeflerine daha fazla bağlılık ve motivasyon sağlar (Adorno at al., 2021).

Biyomimikri alanında uygulamalı, proje tabanlı bir öğrenme deneyimi sunan bir diğer proje de Gençlik Tasarım Yarışması (Youth Design Challenge- YDC)'dir. YDC Biyomimikri Enstitüsü tarafından her yıl düzenlenen ortaokul (6., 7., ve 8. sınıflar) ve lise (9., 10., 11. Ve 12. sınıflar) öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen ücretsiz bir takım yarışmasıdır. Bu yıl beşincisi gerçekleşen gençlik tasarım yarışması ABD merkezli bir yarışma olup aynı zamanda uluslararası başvuruları da desteklemektedir.

2021-2022 YDC programına 12 ülkeden 125 başvuru gerçekleşmiş ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ele alınmıştır. 2022 yılı ortaokul kategorisi birincilik ödülü, orman yangınlarının hızını yavaşlatmak amacıyla Banksia bitkisinden ve Crossopteryx kabuğundan ilham alan bir projeye verilmiştir. Banksia tohum kapsülleri, Avustralya'nın yerli bitkileri olan Banksia cinsine ait bitkilerin kozalaklarındaki tohumları serbest bırakan bir özelliğe sahiptir. Kozalaklar belirli bir sıcaklığa yükseldiğinde kapsüller açılarak tohumların dağılmasını sağlayan özelliği bu bitkilerin yangınlar sonrası yeniden çoğalmasına yardımcı olur. Son yıllarda artan orman yangınları milyonlarca dönümlük alanın yanmasına sebep olurken Banksia bitkisi orman yangınlarını yavaşlatıp zararı en aza indirme konusunda ilham verici olmuştur. Bu sayede Fire Forewarner adı verilen cihaz geliştirilmiştir. Fire Forewarner, güneş enerjisiyle çalışmakta ve yüksek sıcaklık yapıştırıcısı ile kaplı alev geciktirici kapsül içermektedir. Kapaktaki yapıştırıcı ısı etkisiyle eridiğinde, kutu açılır ve yakındaki itfaiyeye sinyal gönderirken, kapsüller yangını kontrol etmek için kullanılır.

MIMIC Öğretim Yaklaşımı

MIMIC Öğretim Yaklaşımı, biyometrik bir tasarım oluşturma konusunda öğrencilere ve öğretmenlere rehberlik etmesi amacıyla Biyomimikri Enstitüsü tarafından hazırlanmıştır (Biomimicry Institute, 2006a). Bu öğrenim yaklaşımı ile, öğrencilerin bir konuyu öğrenmeleri için gerekli olan stratejiler ve yöntemler belirlenerek öğrencilerin daha etkili bir şekilde öğrenmelerine, öğrenme ihtiyaçlarına uygun bir öğrenme ortamı sağlanmasına ve öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırmaları hedeflenmiştir. Bu çerçevede, eğitimcilere

STEM uygulamaları için biyomimikrinin merceğinden bakış açısı sağlar. Şekil 8’de yer alan MIMIC Öğretim Yaklaşımı, Motivate (Motivasyon), Investigate (Araştırma), Match (Eşleştirme), Innovate (İnovasyon) ve Communicate (İletişim) kelimelerinin ilk harflerinden oluşmak üzere beş bölümden meydana gelir:

Şekil 8

MIMIC Öğretim Yaklaşımı



(Biomimicry Institute, 2006a)

Günlük hayatta karşılaşılan problem ve bu problemin doğadan ilham alınan çözüm süreci, MIMIC öğretim yaklaşımında öğrencilerin üç anlayışı birbirine bağlamasını gerektirir:

1.Adım: BIYOMİMİKİRİ. Biyomimikrinin canlıların işlevlerine ve stratejilerine odaklanarak yenilikçi tasarımlara ilham vermesidir. Bu aşamada biyomimikri keşfedilerek öğrenciler motive edilir.

MOTIVE (Motivasyon): Motivasyon bölümünde amaç, öğrencilerin yerel veya dünya çapında keşfetmek istedikleri bir sorunu belirlemeleridir. Öncelikle öğrencilere biyomimikri

terminolojisinde yer alan biyolojik modeller, biyolojik strateji, biyomimikri, tasarım, fonksiyon, organizma v.b. kelimeler açıklanır ve güçlü bir kavramsal temel oluşturmaları sağlanır. Öğrencilere, doğayı gözlemlenmeleri için hayvanat bahçeleri, botanik bahçeler gibi açık hava etkinlikleri ile gözlem yaptırılabilir, çeşitli web sitelerindeki canlıların yapı ve fonksiyonlarını içeren videolar izletilebilir, hayvanat bahçesi personeli sınıfa davet edilebilir. Öğrenciler gözlemlerini yaptıktan sonra onlardan “Fark Ettikleri” ve “Merak Ettikleri” yerel veya küresel bir sorunu paylaşmaları istenir. Biyomimikrinin doğayı gözlemlemenin ötesinde doğadan öğrenmeyi amaçladığı, organizmaların sahip olduğu özelliklerin hayatta kalmalarına ve gelişmelerine nasıl yardımcı olduğu ve insanların yerel veya küresel sorunlarına çözüm tasarımları için onlardan nasıl ilham aldıkları da keşfedilir.

2.Adım: PROBLEM. Belirlenen problemin nedenleri ve etkileri tespit edilir.

INVESTIGATE (Araştırma): Öğrencilerin bir önceki adımda belirlediği çözmek istediği sorununun nedenleri ve etkileri araştırılır. İklim, iklim değişikliği, ekolojik denge, biyoçeşitlilik v.b. kavramlar açıklanır. İklim krizinin, doğa ve çevre üzerinde insan etkisinin neler olduğu üzerinde durulabilir. Atık azaltma için çevre dostu çözümlerin neler olabileceği araştırılabilir. Sürdürülebilirliğin ne olduğu, etkilerinin neler olacağı sınıf ortamında tartışılabilir ve öğrencilerden sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden bir tanesini seçmeleri istenebilir. Sorunun çözülmesi için karşılaşılabilecek fiziksel, yasal, ekonomik, politik, sosyal, etik veya zaman ve mekanla ilgili kısıtlamalar da araştırılmalıdır. Yapılması planlanan tasarımlarının sorunu çözmek için neler içermesi gerektiği, tasarımın sınırlarının neler olacağı dikkate alınarak çözüm oluşturma aşamasına geçilir.

3.Adım: ÇÖZÜM OLUŞTURMA. Problemin biyo-ilhamlı çözümünü oluşturabilmek için mühendislik sürecinin uygulanmasıdır.

MATCH (Eşleştirme): Bu aşamada hedef soru, doğadan ilham almanın, yerel ve küresel sorunları çözmeye nasıl yardımcı olabileceğidir. Strateji, mekanizma v.b. kelimeler açıklanır. Çözmek istediğimiz probleme benzer problemleri çözmek için organizmaların ne tür stratejileri olduğu araştırılır. Bu organizmaların özellikleri, sahip oldukları yetenekler

incelenir ve hangi organizmaların çözüme ilham verebileceği belirlenir. Düşünülen tasarım benzer yeteneklere sahip organizmalarla eşleştirilir.

INNOVATE (İnovasyon): Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturulabiliriz sorusuna odaklanılır. Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri inovasyonu yaratılır. Öğrenciler öncelikle tasarım fikirlerinin modellerini yaparlar. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir. Bu aşamada modelin açıkça anlaşılabilir olması önemlidir. Öğrenciler tasarımlarını oluşturduktan sonra güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirerek inovasyonlarını geliştirir.

COMMUNICATE (İletişim): Yukarıda belirtilen adımların tamamlanmasıyla, öğrenciler belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümlerini sunmaları için hazır hale gelirler. Bu bölümde öğrenciler tasarımlarını, çözülen sorunu, tasarım çözümlerine ilham kaynağının ne olduğunu ve tasarımlarının neler başardığını sunarlar. Biyomimikriyi uygulamanın, bilim, problem çözme, mühendislik ve teknoloji hakkındaki düşüncelerini nasıl şekillendirdiğini de açıklarlar.

BioS4You, Youth Design Challenge ve benzer projeler, öğrencilerin STEM alanlarındaki öğrenimlerini geliştirmelerini, çevresel, sosyal ve sağlık gibi konuları gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri sorunlarla birleştirerek öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif bir şekilde yer almalarını teşvik ederek öğrencilerin başarısını artırabileceği düşünülmektedir.

İlgili Araştırmalar

Fen eğitiminde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, “21. yüzyıl becerileri” ve “yaratıcılık” konularında geniş bir çalışma yelpazesi bulunduğu görülmektedir. Bu sebeple alanyazın incelenirken “21.yy becerileri” ve “yaratıcılık” becerilerini içeren çalışmalara ek olarak özellikle “biyomimikri” kavramını da içeren araştırmalara odaklanılmış ve bu şekilde konular sınırlandırılmıştır. Bu bölümde, yurt içinde ve yurt dışında yapılan araştırmalar, araştırmanın çerçevesine de uygun olacak şekilde "Biyomimikri ve 21. Yüzyıl Becerileri ile

İlgili Araştırmalar" ve "Biyomimikri ile Yaratıcılık Becerileri ile İlgili Araştırmalar" olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır:

Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Biyomimikri terimi, 1990'lı yıllardan bu yana ulusal alanyazında mühendislik, mimari ve endüstriyel ürün tasarımı gibi çeşitli alanlarda sıklıkla kullanılmasına rağmen, ilköğretim ve fen eğitimi alanlarında bu terimle ilgili yapılmış olan çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle, literatürdeki mevcut çalışmalar incelenirken özellikle ilköğretim öğrencilerini içeren ve/veya fen bilimleri (fizik, kimya, biyoloji) alanında yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

Biyomimikri ve 21. Yüzyıl Becerileri ile İlgili Araştırmalar. Kaya (2022) tarafından yapılan araştırmada, biyomimikri uygulamalarını içeren STEM eğitimi etkinliklerinin öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık becerilerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Yarı deneysel desende tasarlanan çalışmanın örneklemini 2021-2022 güz yarısında Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliğinde okuyan 53 öğrenci oluşturmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda, biyomimikri yaklaşımının STEM eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin çevre eğitimi sürecinde ders başarılarına katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin biyomimikrinin temel kavramlarını öğrenmelerine ve bu yaklaşımın çevre sorunlarına nasıl uygulanabileceğini görmelerine yardımcı olurken çevre sorunlarına karşı farkındalıklarını artırmıştır. Ayrıca biyomimikri tasarım sürecine öğrenciler tarafından geliştirilen projelerin ve etkinliklerin dahil edilmesiyle öğrencilerin duyuşsal eğilimlerini pozitif etkilediği de görülmüştür. Araştırma kapsamında ders dışı aktiviteler olarak gerçekleştirilen gezi, çevre gözlemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin belgeseller ve güncel çevre sorunlarını içeren videoların öğrencilerde duyarlı tüketici olma gibi sorumlu vatandaşlık bilinci geliştirmesi de araştırmanın sonuçları arasındadır.

Avcı (2019) nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi ile yürüttüğü araştırmasında 1997-2019 yılları arasında yazılmış olan ulusal ve uluslararası yazılı

dokümanları analiz etmiştir. Biyomimikri alanında yapılan araştırmaları, öğrencilerin beceri gelişimine etkisini 21. yüzyıl eğitimi ve becerileri açısından incelemiştir. Betimsel analiz ile verileri analiz etmiştir. Biyomimikri çalışmalarının eğitim sürecine entegre edilmesi ile öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme ve sorgulama gibi becerilerinin geliştirilebileceği vurgulanmıştır. Ayrıca okullarda biyomimikri tasarım çalışmalarına daha fazla yer verilmesinin öneminden bahseden bu araştırmada sınıflarda projeler yoluyla biyomimikri alanında uygulamaya yönelik çalışmalar yapılarak, öğrencilerdeki ilerlemelerin takip edilmesi de önerilmektedir.

Alperen (2020) tarafından yapılan araştırmada, Bilim Uygulamaları ders müfredatında yer alan doğadan ilham alan teknolojiler konusuna yönelik öğretim tasarımı geliştirilip uygulanarak ilköğretim öğrencilerinin biyomimikri alanındaki algılarına etkisi incelenmiştir. Nicel araştırma yöntemlerinden deneysel yöntemle araştırma yürütülmüştür. Çalışma grubunu üç farklı sınıfta öğrenim görmekte olan toplam 68 öğrenciden oluşan 5.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmacı tarafından öğretmen kılavuz metni hazırlanmış ve belirlenen ders planları öğrencilere uygulanmıştır. Grup çalışması etkinlikleri olarak gerçekleştirilen uygulamaların sonunda öğrenciler ortaya koydukları biyomimikri fikrinin ne olduğunu ve hangi ihtiyacın karşılanması amacıyla tasarladıklarını sınıfta sunmuşlardır. Veriler mühendislik ekip çalışması portfolyoları, biyomimikri modelleme ve sunum rubriği ve yarı yapılandırılmış mülakatlar aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmanın sonuçları öğretim tasarımının öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine dahil olmalarını teşvik etmede başarılı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, geliştirilen öğretim tasarımı ile biyomimikriyi eğitim sürecine dahil ederek öğrencilerin doğadan ilham alan teknolojik çözümler üretme becerilerinde gelişme sağlandığı da belirtilmiştir.

Demircioğlu (2022) doküman incelemesi yöntemini ile yürüttüğü araştırmasında her ay düzenli olarak yayımlanan dergi içeriklerindeki tasarım temelli etkinlikleri incelemiştir. Çalışmadaki verilere dayanarak, TÜBİTAK'ın Bilim Çocuk dergisindeki içeriklerinde 2012-2022 yılları arasında en çok yer verilen konuların sürdürülebilirlik, uzay, araç ve makineler,

tıp, robotik ve biyomimikri olduğu görülmektedir. Bu konuların ele alınmasının çocukların bilim ve teknolojiye ilgi duymasını teşvik ederek gelecekteki bilim insanlarına ilham verme potansiyeline sahip olacağı düşünülmektedir.

Bu bölümde incelenen araştırmalar özetlendiğinde; çalışmaların "21. yüzyıl becerileri" ve "Biyomimikri" ile ilgili olarak temelde iki farklı araştırma türü üzerine odaklandığı gözlenmektedir. Nicel çalışmalar genellikle deneysel desenler kullanılarak yürütülürken, nitel çalışmalar doküman analizi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalarda sıklıkla örneklem olarak lisans öğrencileri veya ilköğretim öğrencileri tercih edilmiştir. Yapılan çalışmalar, biyomimikri uygulamalarının eğitim sürecine entegre edilmesinin öğrencilerin ders başarılarına, 21. yüzyılın temel becerileri olarak kabul edilen yaratıcı düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme ve sorgulama becerilerinin gelişimine katkı sağladığını göstermektedir. Bu becerilerin güçlendirilmesi, öğrencileri geleceğin iş dünyasına, inovasyona, sürdürülebilirliğe ve ömür boyu öğrenmeye daha iyi hazırlayacaktır. Ayrıca, biyomimikri eğitiminin, öğrencilerin çevre sorunlarına karşı daha duyarlı ve sorumluluk sahibi bireyler yetiştirmelerine yardımcı olduğu da vurgulanan sonuçlar arasındadır.

Biyomimikri ve Yaratıcılık Becerileri ile İlgili Araştırmalar. Çakır (2019) çalışmasında öğretmen adaylarının biyomimikri kavramı ve doğadaki tasarımlara ait farkındalıklarının ne düzeyde olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın çalışma grubunu Ankara'da bir devlet üniversitesinin Biyoloji Eğitimi 1, 2, 3 ve 4. sınıflarında okuyan toplam 78 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada veriler biyomimikri farkındalık anketi ile toplanarak öğretmen adaylarının biyomimikri kavramına ilişkin farkındalık düzeyleri; sınıf düzeyleri, ders başarıları ve cinsiyet değişkenleri açısından incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda; öğretmen adaylarının doğadaki tasarımlara olan farkındalığının artmasında biyomimikri kavramının etkili olduğu belirtilmiştir. Sınıf seviyeleri bakımından incelendiğinde son sınıfa yakın öğrencilerin biyomimikri farkındalıkları daha yüksek bulunurken bu farkındalığın erkek öğrencilerde daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulama

öncesinde biyomimikri kavramını duyan öğrencilerin bu kavramı duymayanlara göre doğadaki tasarımlara olan farkındalıklarının daha fazla olduğu da ifade edilmektedir.

Çoban (2019) çalışmasında ilköğretim öğrencileri için biyomimikriyi fen eğitimine entegre etmeyi amaçlayarak biyomimikri öğretim yaklaşımının öğrenci tasarımları üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırması yaklaşımı ile araştırma yürütülmüştür. Çalışma grubunu 10 erkek ve 9 kız öğrenciden oluşan 5.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Öğrencilerin önceden biyomimikri kavramını bilmedikleri vurgulanan bu çalışmada öncelikle biyomimikri öğrencilere anlamalarını kolaylaştıracak şekilde ve basit örneklerle tanıtılmıştır. Tanıtılan 10 organizma ilköğrencileri için ilginç özelliklere sahip olmasına dikkat edilerek 9'u hayvanlardan, 1'i bitkilerden seçilmiştir. Ayrıca tasarıma ilham veren organizma ile teknolojik uygulama arasında görsel olarak benzerlik gösteren örneklerin yer almasına da dikkat edilmiştir. Uygulamanın sonunda öğrencilerin uygulanabilir tasarım fikirlerini geliştirmek için doğanın sunduğu kaynakları kullanmayı öğrenebildikleri gözlenmiştir.

Sürgü (2022), biyotaklit konusunun Teknoloji ve Tasarım dersinde ele alınmasının öğrenciler üzerindeki etkilerini belirlemeyi hedeflemiştir. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırması deseni kullanılarak yürütülmüştür. Toplam 36 kişiden oluşan çalışma grubunu bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 8.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmada yapılandırılmamış gözlem formu, görüşmeler, araştırmacı günlükleri, görsel ve işitsel materyaller, ses kayıtları ve öğrencilerin tasarım çalışmaları kullanılarak veriler toplanmıştır. Çalışmanın bulgularına dayanarak, biyomimikri konusunu öğrendikten sonra öğrencilerin doğaya karşı ilgi ve meraklarının arttığı, doğayı bir öğretmen olarak görerek daha dikkatli incelemeye başladıkları, öğrencilerin büyük çoğunluğunda hayal gücü ve yaratıcılıklarında olumlu bir etki oluşturduğu ve tasarım becerilerini geliştirdiği belirtilmektedir.

Biyomimikrinin eğitim alanında kullanılmasına dair yapılan bir diğer çalışma da Yakışan ve Velioğlu (2019) tarafından nitel araştırma yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada ilköğretim 4.sınıf öğrencilerinden günlük yaşamda karşılaştıkları problemlerin çözümüne yönelik hayvanlardan ilham aldıkları bir teknolojik ürün tasarımları ve bu ürünle ilgili çizimler yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin çizimleri veri toplama aracı olarak kullanılmış ve betimsel analiz yapılmıştır. Ortaya çıkan teknolojik ürünler benzer özelliklerine göre kategorilendirilmiştir. Araştırmanın bulguları, öğrencilerin canlıların sahip olduğu özellikleri gözlemleyerek çoğunlukla koruma ve savunma araç ve gereçleri kategorisine yönelik ürünler tasarladığını göstermektedir. Tasarımların kask, zırhlı araba, bomba, asker kıyafeti ve kılıç gibi askeri ürünlere yönelik olması öğrencilerin medyada daha fazla yer verilen olaylardan etkilenerek savaş ve şiddet içeren ürünlere odaklandıklarını düşündürmüştür. Ayrıca bu çalışmada öğrencilerin inovasyon kabiliyetlerinin, bilimsel yaratıcılıklarının ve problem çözme becerilerinin arttığı da belirtilmiştir.

Kandemir, Değirmenci & Coşgun (2022) tarafından yapılan çalışmada biyomimikri örnekleri hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri alınarak bu konuyu fizik kavramları ve günlük yaşamla nasıl ilişkilendirdiklerini tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim deseni kullanılmıştır. 15 açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracı ile görüşmeler yapılarak veriler toplanmış ve önceden belirlenen temalara göre veriler düzenlenip betimsel analiz yapılmıştır. Bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerinden esinlenerek tasarım yapabilme ile doğadan esinlenen teknoloji örneklerini fizik kavramları ile ilişkilendirme becerilerinin yeterli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada, ilköğretim kademesinden başlanarak tüm öğretim programlarında biyomimikri uygulamalarına yer verilmesi önerilmektedir.

Yıldırım (2019) çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşlerini incelemiştir. Nitel araştırma yöntemi ile yürüttüğü araştırmasında durum çalışması deseninden yararlanmıştır. 17 öğretmen adayları ile altı hafta boyunca gerçekleştirilen uygulamalar esnasında doğa gözlemlenmiş, çeşitli bitkilerin ve hayvanların özellikleri araştırılmış ve mühendislik tasarım süreçleri ile ortaya bir ürün

koymaları beklenmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme formu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreçleri ve bilimsel süreç becerilerini karıştırdığı görülmüştür. Araştırmada biyomimikri uygulamalarının öğretmen adaylarının becerilerini ve bakış açılarını geliştirdiği, bu nedenle de derslerinde kullanmayı planladıkları belirtilmektedir. STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının etkileri incelenerek, ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde uygulanabileceği vurgulanmaktadır.

Bilici, Kúpeli ve Guzey (2021) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinden doğadan ilham alan çevre dostu bir araç tasarımlarını istemişlerdir. Bunun için öncelikle yüksek seviyede olmayan hava kirliliğinin yaşam süresini kısaltması hakkında bir gazete makalesi öğrencilerle okunmuş, buldukları şehrin hava kalitesi ölçümlerinin incelenmiş ve hava kirliliği sorununun farkına varmaları sağlanmıştır. Biyomimikri hakkında bilgi edinmeleri için öğrencilerle birlikte botanik bahçe gezisi düzenlenerek organizmalar incelenmiştir. Bu esnada öğrencilerin canlıların vücut yapısı ve hareketlerini inceleyerek biyomimikri tasarım etkinliklerinde ilham alacakları canlıları belirlemeleri amaçlanmıştır. Uygulamanın sonunda mühendislik tasarım süreci ile meşgul olan öğrenciler hava kirliliği sorununun çözümünde çevre dostu araçlar tasarlamışlar ve sunmuşlardır. Araştırmanın sonuçları, planlanan biyomimikri tasarım etkinliği ile ilgili olarak öğrencilerin bilim ve mühendislik kavramlarını bütünleştirerek uygulamalara aktif katılım becerisi gösterdiklerini, çevre dostu araç tasarımı için doğadan ilham alabilme yeteneklerinin geliştiğini, organizmaların yapıları ve vücut fonksiyonları hakkında bilgi edindiklerini, mühendislik tasarım sürecine dahil olma ve doğasını anlama becerisi geliştirdiklerini göstermektedir.

Gencer, Doğan ve Bilen (2020) beşinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında biyomimikri aracılığı ile insanlığa ait bir problemi çözmek için mühendislik tasarım süreci ile ilgili deneyimlerini aktardıklarını belirtmektedir. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasının kullanıldığı bu çalışmada araştırmacılar öğrencilerin performanslarını ve yöntemin etkililiğini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla veri toplama aracı

olarak biyomimikri STEM etkinlik çalışma yaprakları, açık uçlu sorular ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır. Öğrencilerden öncelikle organizmaların yapılarını sorgulamaları ve işlevleri ile ilişkilendirip çizimlerle düşünme biçimini aktarmaları beklenmiştir. Mühendislik tasarım ilkeleri ve biyomimikriyi kullanarak öğrenciler hava kirliliği sorununun çözümüne yönelik çevre dostu ürün prototipleri oluşturmuşlardır. Araştırmanın sonuçları, öğrencilerin organizmalardaki yapı ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi analiz ederek biyomimikriyi tasarımlarına dahil etmeyi başardıklarını göstermektedir.

Bu bölümde ele alınan çalışmalar kısaca özetlendiğinde; biyomimikri eğitiminin yaratıcılığa etkisini değerlendiren çalışmaların genellikle nitel araştırmaları kapsadığı görülmektedir. Nitel araştırmaların bu alandaki çalışmalarda sıklıkla tercih edilmesi, biyomimikri eğitimi ve yaratıcı süreçleri daha derinlemesine anlamak amacıyla yapıldığını göstermektedir. Bu çalışmalarda, veri toplama sürecinde başlıca görüşme yöntemi kullanılmakla beraber, gözlem, anketler ve ses kayıtları da veri toplama sürecinde kullanılan araçlar arasında yer almıştır. İncelenen değişkenler arasında sınıf düzeyi, cinsiyet ve ders başarıları öne çıkmıştır. Çalışma gruplarının belirlenmesi noktasında genellikle lisans öğrencileri ve ilköğretim öğrencileri tercih edilmiştir. Çalışmaların sonuçları öğrencilerin doğadaki tasarımlara olan farkındalığını artırma, yaratıcı düşünme ve tasarım becerilerini geliştirme, bilimsel süreçleri ve problem çözme yeteneklerini artırma gibi alanlarda kendini göstermektedir. Biyomimikri eğitimi öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirmelerine yardımcı olurken öğrencilerin doğadan ilham alarak çevre dostu ürünler tasarlamalarını teşvik etmiştir.

Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Eğitimde biyomimikrinin etkililiği ile ilgili yurt dışında birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmaların çoğunlukla biyoloji ve mühendislik bölümlerinde ve üniversite düzeyindeki çalışma gruplarına odaklanarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Ancak karşılaşılan problemlerin çözümünde keşif imkânı sunması, ilgi çekici olması ve yaratıcı

unsurlar içermesi sebebiyle biyomimikri müfredat geliştirilmesi konusunda daha erken eğitim aşamalarında da cazip hale gelmeye başlamıştır (Rovalo et al., 2020).

Biyomimikri ve 21. Yüzyıl Becerileri ile İlgili Araştırmalar. Gardner'ın (2012) çalışmasında biyomimikrinin tasarım tabanlı öğrenme etkinliklerinde kullanılmasının önemi üzerinde durulmaktadır. Öğrencilerin doğayı ve doğadaki canlıların özelliklerini keşfetmeleri ve bunları tasarım sürecine dahil etmeleri teşvik edilmektedir. Araştırmada öğrencilerin tasarım sürecini öğrenmekle kalmayıp aynı zamanda doğal dünyayı daha iyi anlamalarını ve çevre sorunlarına karşı duyarlılıklarını artırmalarını sağlamak amacıyla biyomimikrinin müfredata nasıl dahil edilebileceği konusunda öğretmenlere öneriler sunulmaktadır. Bu yaklaşımın STEM alanlarına olan ilgiyi artırabileceği ve öğrencilerin sürdürülebilirlik konularına daha fazla ilgi duymalarına yardımcı olabileceği belirtilmiştir. Çalışmada öğrencilerin biyomimetik tasarım fikirlerini geliştirmelerine yardımcı olmak için biyomimetik eşleştirme kartları tanıtılmıştır. Biyomimetik eşleştirme kartları iki ayrı kart destesinden oluşmaktadır. Bir kart destesi doğal organizmaların özelliklerini ve işlevlerini içerirken diğer kart destesi teknoloji kartlarını içermektedir. Çalışmada belirtildiği gibi organizma kartları ve teknoloji kartlarının eşleştirilmesini hedefleyen etkinlik öğrencilerin biyolojiden ilham alırken aynı zamanda günümüz teknolojik olanaklarını da fark etmelerini sağlamaktadır. Bu çalışma, biyomimikrinin tasarım tabanlı öğrenme etkinliklerinde kullanımının öğrenci motivasyonunu ve katılımını artırmayı, grup çalışmalarında iş birliğini, aktif öğrenmeyi ve yaratıcılığı teşvik etme üzerindeki olumlu etkisini vurgulamaktadır.

Sharma ve Sarkar (2019) biyomimikri süreci ve uygulamaları hakkında 1995-2018 yılları arasında İngilizce dilinde yayınlanan literatürü inceleyerek kapsamlı bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaya göre, doğada bulunan biyolojik bilginin ürün geliştirmeye aktarılması anlamlarında 'biyomimikri', 'biyomimetik', 'biyoilham', 'biyonik', 'biyolojik ilhamlı tasarım' gibi birçok terim birbirinin yerine kullanılmaktadır. Ayrıca geçmiş çalışmalarda herhangi bir tasarım metodolojisi olmaksızın doğadan ilham alınırken günümüzde araştırmacılar çeşitli biyo-ilhamlı tasarım metodolojileri geliştirmişlerdir. Literatür analizi, bu

alandaki araştırma ve uygulamaların sayısında hızlı bir artış gerçekleştiğini göstermektedir. Yayın sayısındaki artış, özellikle araştırma makalelerinde görülmektedir. Araştırmaların çoğunluğunun Çin, Fransa ve ABD’de yapıldığı gözlenmiştir. Biyomimikriden en fazla yararlanılan alanlar sırasıyla kimya, malzeme bilimi ve mühendislik bölümleri iken matematik, tıp, mimari ve sanatta da yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde biyomimikrinin kullanıldığı alanlar ise malzeme geliştirme, robotik, enerji, mimari, ulaşım, tarım ve iletişim olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyomimikri araştırmalarında karşılaşılan zorluklar; tasarımcıların yöntemine aşına olmaması, biyolojik modellerin nerede aranacağıının bilinmemesi, belirlenen sorunun çözümü için birden fazla organizma ilham kaynağı olabiliyorsa bunlardan en iyisinin seçimini tespit etmede kararsızlık yaşanması olarak belirlenmiştir. Biyomimikrinin eğitim alanında kullanılmasına dair hem müfredat içeriği hem de eğitimcilerin bilgiyi başarılı bir şekilde aktarabileceği araçlar ve yöntemler konusunda boşluklar bulunduğu, bu konunun yeterince araştırılmadığı da çalışmada belirtilmiştir.

STEM eğitimi özellikle son yıllarda önem kazanmış ve birçok ülkede okullarda uygulanmaktadır. Gould, Knowlton & Wylie (2021) okul öncesi çocukların biyomimikri ve bilim hakkında bilgi edinmeleri için entegre bir STEM dersini araştırmalarında sunmaktadırlar. Erken çocukluk dönemindeki öğrencilerin robotlarla programlayıp hikayeler yaratarak robot mucitleri oldukları bu çalışmada 5E öğrenme döngüsünün her aşamasının öğrencilerin gelişim düzeylerine göre nasıl uyarlandığı ayrıntılı açıklanmaktadır. Biyomimikri ile hayvanların yapılarını ve işlevlerini taklit eden robotlar tasarlanırken öğrencilerin bilim, okuryazarlık ve aritmetik alanlarında erken beceriler geliştirdikleri belirtilmektedir. Bu eğitimin özel öğrenme güçlüğü olan çocukların öğrenme deneyimlerini zenginleştirebileceği de belirtilmektedir.

Stevens (2021) çalışmasında öğrencilerin biyomimikri örneklerini tasarıma uyarlamalarında ve sürdürülebilir çözümler üretmelerinde analogik akıl yürütmenin yararlarını incelemiştir. Bu çalışmada, biyomimikri eğitiminde analogik akıl yürütme 'bir bağlama (örneğin biyoloji) bakma ve bunu ikinci bağlama (örneğin tasarım) uygulama

süreci' olarak tanımlanmıştır. İlk üç aşamada 22-25 öğrenci ile son aşamada ise 179 öğrenci ile çalışılmıştır. İlk aşama olan temel egzersiz aşamasında vaka çalışması ile veriler elde edilirken sonraki üç aşamada vaka çalışmaları, anketler ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle veriler elde edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçları biyomimikri ile analojik düşünceyi geliştirme sadece öğrenciler açısından değil, ekibin tasarımcı ve tasarımcı olmayan üyeleri tarafından da karmaşık stratejileri ve mekanizmaları içselleştirmeyi, tanımayı, kavramayı ve projelerinde uygulamayı öğrendiklerini ortaya çıkarmıştır.

Bu bölümde ele alınan uluslararası literatürde yapılan araştırmalar, biyomimikri eğitimi ve 21. yüzyıl becerileri çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmalar, okul öncesi dönemden itibaren eğitimin çeşitli kademelerinde gerçekleştirilmiş olup ve döküman analizi ve deneysel çalışmaların ağırlıkta olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmalar doğadan ilham alarak yaratıcı düşünme, problem çözme ve analojik düşünme becerilerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. 21. yüzyılın gereksinimleri doğrultusunda biyomimikri eğitimi, öğrencilere bu temel becerileri kazandırmada etkili bir yöntem olarak görülmektedir.

Biyomimikri ve Yaratıcılık Becerileri ile İlgili Araştırmalar. Biyomimikrinin eğitim sürecine dahil edilmesine dair bir çalışma Staples (2005) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırma iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde biyomimikri kavramını tanıtmış ve çevresel sorunlara nasıl çözüm bulunacağını okuyucunun keşfetmesinin amaçlandığı literatür taraması sunmuştur. İkinci bölüm ise çevre bilimleri dersi müfredatına biyomimikrinin dahil edilmesinin gerekliliğini açıklamaktadır. Ayrıca çalışmada eğitimciler için bir kaynak olarak lise düzeyinde uygulanabilecek potansiyele sahip biyomimikri ile ilgili iki ders planı önermiştir. Çevre bilimleri dersinde doğa ile ilgili olumsuzlukların sebebi olarak insanların gösterilmesinin bireyleri umutsuzluğa düşürdüğü belirtilerek iyimser kalabilmek için biyomimikri aracılığıyla çözüm bulmayı önermiştir. Bu şekilde biyomimikrinin hem problem hakkında bilgi edinme hem de çözüm bulmanın aynı anda gerçekleşebileceği birleştirici gücünden bahsetmektedir. Biyomimikrinin, ekonomik, çevresel ve hatta ruhsal gelişim sağlayacak bilimsel çözümler sunduğu, dünyamızın keşfine izin veren bir model

olduğu, kavramsal bir çerçeve olarak hizmet edebilecek bir örnek olduğu, sistemlerimizi doğaya göre modellememiz durumunda israfı en başından önleyebileceğimiz çalışmada vurgulanmaktadır.

Helms ve ark. (2009) araştırmaları kapsamında 45 lisans öğrencisi ile 4-5 kişilik gruplar halinde çalışarak proje tabanlı etkinlikler gerçekleştirmişlerdir. Problem odaklı veya çözüm odaklı olmak üzere iki farklı başlangıç noktasına dayalı olarak biyomimikri tasarımının kullanılabilceği belirtmekte ve açıklanmaktadır. Her bir çalışma grubu öncelikle biyolojik olarak esinlenen çözümle ele alınabilecek bir sorun belirlemiştir. Ardından gruplar çözüm alternatifleri araştırmış ve biyolojik olarak ilham alan nihai çözüm tasarımı geliştirmiştir. Öğrenci grupları tarafından sunulan dokuz adet tasarım incelendiğinde öğrencilerin birbirlerine benzer şekilde eğitimciler tarafından gözlenen hataları olduğu görölmektedir. Örneğin öğrenciler "cep telefonlarını korumak" gibi belirsiz sorunlar tanımlamaktadırlar. Bunun yerine "Cep telefonları için çizilmeye karşı dayanıklı bir kaplama oluşturulması" şeklinde anlaşılır problemler belirlenmelidir. Öğrenciler sorunları biyolojik çözümlerle eşleştirirken yetersiz benzerliklere dayandırmaktadır. Örneğin, "daha iyi bir bulaşık deterjanı yapma" sorunuyla "lotus yaprağının kendini temizleme özelliği" gibi yüzeysel benzerliği bulunan sorun-çözüm eşleştirmeleri gerçekleşmektedir. Tasarımlarda öğrenciler organizmaların ilkelerinden yararlanmak yerine doğrudan organizmayı kullanmaya çalışmaya eğilim göstermektedir. Örneğin, öğrenciler ateş böceklerinin kimyasını araştırmak yerine onları doğrudan ışık üretmek amacıyla kullanmayı önermektedir. Soruna çözüm bulunacak organizmanın tespitinde öğrencilerin neredeyse tamamı kendilerine eğitim esnasında sunulan ve uzun uzadıya tartışılan ilham kaynağına ve çözüme odaklanmaktadır. Yalnızca eğitimciler tarafından ek biyolojik kaynaklar araştırmaları istendiğinde diğer organizmalardan ilham alınmaktadır. Tasarımlarda organizmaların işlevini dikkate almanın önemini vurgulansa da öğrenciler yapıya odaklanarak tasarımlar gerçekleştirme eğilimindedir.

Sumrall ve ark., (2018) araştırmalarında birinci sınıf öğrencileri ile biyomimikri kavramını tanıtmak için gerçekleştirdikleri etkinliği anlatmaktadır. Biyomimikriye küçük çocukların kavramada zorlanacağı ifade edilse de konunun yeni nesil bilim standartları (NGSS- Next Generation Science Standards) ile uyumlu olması ve insanlığın ilerlemesine faydalı olması sebebiyle öğrencilerin bu konuyu tanımalarının ve biyomimikri alanında düşünmelerinin gerektiği belirtilmektedir. Öğrenciler araştırmada dört kişilik heterojen gruplar halinde çalışmışlardır. Öncelikle doğada kamufle olan hayvan fotoğrafları ile derse başlanmış ve kamuflej üzerine tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Ardından biyomimikri örnekleri yaşlarına uygun olacak şekilde öğrencilere sunulmuş ve biyomimikri tanıtılmıştır. Öğrencilerden geçmişteki biyomimikri temelli buluşlar hakkında sunum veya poster hazırlayarak sınıfta sunmaları istenmiştir. Öğrencilerin katılımını değerlendirmek için dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Gruplar sunumunu gerçekleştirerek biyomimikri hakkında bilgi edinmiştir. Bazı gruplar araştırma yapmanın ve sunmanın ötesine geçerek öğretmen onayını aldıktan sonra kendi yaratıcı biyomimikri fikirlerini tasarlama, test etme ve modelleme becerisi de gösterebilmişlerdir.

Stevens ve arkadaşları (2019) alışmasında biyomimikri öğretimini Lahey Üniversitesi'ndeki mevcut tasarım mühendisliği müfredatına dahil etmeyi amaçladıklarını belirterek çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın ana problemi, sürdürülebilir şekilde tasarlanmış ürünleri elde edebilmek için doğadan biyomimetik modellerin uygulanmasında neye ihtiyaç olduğunu belirlemektir. Ayrıca öğrencilerin biyomimikri ürünlerini tasarlariken sorunlarla karşılaşıp karşılaşmadıklarını da tespit etmeyi amaçlamışlarıdır. Tasarım süreci boyunca model olarak (doğanın modellerini inceleyerek taklit etme, bu modelleri teknik sorunları çözmek için yeni biçimler, süreçler, sistemler veya stratejiler olarak değerlendirme), ölçüt olarak (doğal sistemleri taklit ederek geliştirilen ürünlerin belirlenen çevresel standartlara uygun olup olmadığının ölçme) ve öğretici olarak (bilgi kaynağı olarak doğayı gözlemlenme ve kavrama) doğadan öğrenmeyi öğretim sürecine entegre etmişlerdir. Endüstriyel Tasarım bölümünde eğitim görmekte olan 47 öğrenci ile

araştırma yürütülmüş ve uygulamanın etkililiği hakkında geri bildirimler elde etmek amacıyla 11 öğrenciyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. 10 haftalık süren uygulama sonunda öğrenciler bilgiyi tam anlamıyla içselleştirmek için zamanın yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmanın sonuçları, tasarımlar için öğrencilere gerekli materyalleri sağlamanın, atölyede tasarım karmaşası sırasında zaman kazandırarak öğrencilerin görevlerini tamamlamalarını sağlama açısından önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca, biyomimikri tasarım sürecinde model, ölçüt ve öğretici (mentor) olarak doğadan esinlenilirken en az anlaşılabilir unsurun öğretici olarak doğa olduğu belirlenmiştir. Fikirlerin büyük gruplara sunulması amaçlandığında ve tasarım öğrencilerini yaratıcılıklarını sergilemeye teşvik etmede mekânın önemi de vurgulanmaktadır.

Öğrencilerin biyomimikri sürecine nasıl dahil olduklarını araştıran bir çalışma Qureshi (2022) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yönteminin kullanıldığı bu araştırmanın çalışma grubunu Biyomedikal Mühendisliği alanında eğitim gören 70 lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Bu dersteki öğrencilerin seçilmesinin nedeni, biyomedikal mühendisliğin insan vücudunun çalışmalarıyla mühendisliği bütünleşmesi ve biyomedikal mühendislerinin tıp ve sağlık hizmetlerinde çözümler geliştirmek için teknolojiye yenilikleri kullanmasıdır. Uygulama sürecince öğrenciler seçtikleri bir sağlık sorununun çözümü için biyomimikri tasarımı önermişlerdir. Araştırmanın sonuçları, biyomimikrinin öğrencilerin tasarım ve sistem düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Biyomimikri sadece canlıların biçim ve yapılarını taklit etmekle sınırlı değildir, aynı zamanda canlıların davranışlarını ve işlevlerini de kapsar. Bu nedenle, öğrencilerin biyomimikri tasarımlarında organizmaların davranışlarını taklit etmeleri, tasarımların daha yüksek bir biyomimikri seviyesine ulaştıklarını da göstermiştir.

Bu araştırma kapsamında ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde biyomimikri öğretiminin, ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde informal olarak yer aldığı söylenebilir. Biyomimikri, sadece üst düzey sınıfların, araştırmacıların ve mühendislerin ilgilendiği bir konu olmayıp her sınıf düzeyindeki öğrencilerin katılımı için uygun olmasına rağmen

literatürde alt sınıfların yer aldığı çalışmaların sayısının az olması dikkat çekmektedir (Sumrall et al., 2018). Ayrıca biyomimikri öğretimi temel müfredatın bir parçası olmadığı için öğretmenler tarafından öğrencilerin öğrenimini zenginleştirmek için sunulmaktadır. İlkokul müfredatında, Almanya'da sınırlı sayıda eğitim düzeyi için biyometri müfredatı varken (https://www.gym8-lehrplan.bayern.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/id_26433.html; 03.02.2023 tarihinde erişildi) küresel olarak hükümetler tarafından zorunlu tutulan bir müfredat bulunmamaktadır (Jacobs et al., 2022). Yükseköğretimde ise birçok kurum bu alanda araştırmalar yapmaktadır. Üniversitelere bağlı öncü biyomimikri araştırma alanlarına; Harvard Üniversitesi'nde Biyolojiden İlham Alan Mühendislik Enstitüsü, Arizona Eyalet Üniversitesi'nde Biyomimikri merkezi, Georgia Teknoloji Enstitüsü'nde Biyolojik Olarak İlham Alan Tasarım Merkezi, California Üniversitesi'nde Eğitim ve Araştırmada Disiplinler arası Biyolojik İlham Merkezi ve Akron Üniversitesi'nde Biyomimikri Araştırma ve Yenilik Merkezi örnek olarak verilebilir. Bu sebeple de literatürde yer çalışmaların çoğunlukla üniversite öğrencilerini çalışma grubu olarak gerçekleştirildiği düşünülmektedir. Ayrıca STEM'in yalnızca üst sınıflarda öğrenim görmekte olan öğrenciler için uygun olduğu (Gould et al., 2021) veya yalnızca akademik açıdan başarılı öğrenciler için önemli olduğu şeklindeki yaygın bir yanlışlığı bulunmaktadır (McClure et al., 2017). Oysaki STEM eğitimi farklı yaş gruplarındaki tüm öğrenciler için uygundur (Sumrall et al., 2018). Okul öncesi çocukların biyomimikri ve bilim hakkında bilgi edinmeleri için entegre bir STEM dersi ile dil, mantıksal akıl yürütme ve sıralı/matematikselsel düşünmenin temellerini geliştirebildikleri görülmektedir (Gould et al., 2021). Doğadan ilham alan tasarımlar anaokulu çocukları, öğrenciler ve öğretmenler için de ilgi çekicidir. Bu nedenle biyomimetik modüller ilk, orta ve yüksek öğretimde ve ayrıca yaşam boyu öğrenme için de kullanılabilir.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde; araştırmanın amacına uygun olarak belirlenen araştırma yöntemi, çalışma grubu, veri toplama süreci, veri toplama araçları ile verilerin analizine dair bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma Yöntemi

Biyomimikri odaklı etkinliklerin beşinci ve yedinci sınıf öğrencilerinin 21.yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri, yaratıcılık becerileri ile öğrencilerin biyomimikri odaklı etkinlikler süresince biyomimikri algılarındaki değişimlerini ve biyomimikri etkinliklerine ilişkin görüşlerini araştırmak amacıyla bu çalışmanın araştırma modeli karma yöntem olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri tek bir çalışmada birleştirilip nicel ve nitel veri toplama teknik ve analizleri kullanılarak sonuçlar bir arada yorumlanacaktır (Creswell, 2013). Nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin tek başına kullanıldıklarında oluşabilecek zayıf yönleri ortadan kaldırmak amacıyla, karma yöntem tercih edilmiştir. Bu sayede, daha geniş ve bütüncül bir bakış açısı elde edilebilmektedir. Ayrıca, Fraenkel ve Wallen'e (2011) göre, bir araştırmada karma yöntem tercih edilmesinin nicel ve nitel yöntemleri bir olgunun tek bir yorumu üzerinden birleştirilebilmesi gibi güçlü yanları bulunmaktadır. Bu, araştırmanın sonuçlarının daha gerçekçi ve doğru bir şekilde yorumlanmasına yardımcı olabilir.

Creswell ve Plano Clark (2014) tarafından belirtildiğine göre, başlıca karma yöntem araştırmaları altı farklı desen içermektedir. Bu kriterler ve desenler, karma yöntem araştırmalarının planlanması ve yürütülmesi sırasında dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir:

1.Yakınsayan Paralel Desen: Bir araştırmada nicel ve nitel yöntemlerin eş zamanlı ve bağımsız olarak kullanıldığı bir desendir. Bu desenin amacı, nicel verileri kuvvetlendirmek ve konunun daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamaktır. Bu desende,

nicel ve nitel yöntemlere eşit değer verilir ve her iki yöntem de araştırmanın sonuçlarının doğru ve gerçekçi bir Şekilde yorumlanmasına yardımcı olur.

2. Açımlayıcı Sıralı Desen: Hem nicel hem de nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir araştırma desenidir. Araştırmacı, nicel verilerin analizinden elde edilen sonuçları daha ayrıntılı açıklamak için nitel bir aşamaya geçer. Açıklayıcı sıralı desen olarak adlandırılan bu desen, nicel yöntemin nitel yöntemi takip ettiği veya nitel yöntemin nicel yöntemi takip ettiği çalışmaları kapsar. Teddlie ve Tashakkori'ye (2009) göre, bu desen belirli bir zaman sıralaması içinde gerçekleştirilen bir karma yöntem araştırmasıdır. Nicel aşamanın sonuçları, nitel aşamada kullanılacak sorular ve katılımcılar hakkında bilgi sağlar.

3. Keşfedici Sıralı Desen: Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin sırasıyla kullanıldığı bir desendir. Bu desen, nitel bir araştırma ile başlar ve nicel araştırma ile devam eder. Nicel aşamada ölçme aracı yapılandırılıp incelenmesi gereken değişkenler belirlenirken, nitel çalışmaya katılan katılımcıların bakış açılarından yararlanılır. Bu yöntem, ölçek geliştirmede özellikle kullanılmaktadır. Keşfedici Sıralı Desen, araştırmacıların bir olgu hakkında önceden bilinmeyen bilgileri keşfetmesi amacıyla kullanılabilir. Bu sayede, araştırmacılar önceden bilinen bilgilerin dışına çıkabilir ve yeni bilgiler edinebilirler.

4. İ İçe Karma Desen: Nitel ve nicel çalışmalar bu desende birbirine entegre edilir ve birbirlerini tamamlayıcı bir Şekilde desteklerler. Örneğin, nicel araştırma verileri nitel araştırma teknikleriyle daha derinlemesine incelenebilir ve nitel araştırma verileri nicel araştırma teknikleriyle daha geniş bir örneklem üzerinden yorumlanabilir.

5. Dönüştürücü Desen: Dönüştürücü Desen, her iki araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir karma yöntem araştırmasıdır. Bu desende, nitel ve nicel verilerden herhangi bir tanesine ağırlık verilebilir veya iki veri türüne de eşit önem verilebilir (Oral ve oban, 2020). Bu desen, araştırmacıların çalıştıkları konuda daha geniş ve kapsamlı bir bakış açısı elde etmelerine yardımcı olabilir.

6. Çok Aşamalı Desen: Bu yaklaşım, özel programların geliştirilerek uyumlu hale getirilmesinde ve değerlendirilmesine katkı sağlamak amacıyla program değerlendirmesi için sıklıkla kullanılır. Bu sayede, araştırmacılar çalıştıkları programın etkinliğini ve verimliliğini daha iyi anlayabilirler.

Bu araştırma kapsamında nicel ve nitel veri toplamayı gerekli kılan farklı araştırma soruları bulunmaktadır. Araştırmanın nicel kısmında biyomimikri öğrenim yaklaşımının beşinci ve yedinci sınıf seviyelerinde öğrencilerin 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ile yaratıcılık becerilerine etkisi incelenmiştir. Nitel kısmında ise öğrencilerin biyomimikri odaklı etkinlikler süresince 'biyomimikri' algılarındaki değişimlerinin ve öğrencilerin fen derslerinde biyomimikri odaklı etkinliklerin uygulanmasına yönelik görüşlerinin nasıl olduğu araştırılmıştır.

Bu doğrultuda karma yöntem desenleri incelendiğinde çalışmaya en uygun desen, nitel ve nicel aşamaların araştırma sürecinde eş zamanlı ve bağımsız olarak yürütüldüğü yakınsayan paralel desen uygun görülmüştür. Bu modelde, nitel ve nicel yöntemler aynı derecede önemsenmekte ve analiz sürecinde bu adımlar ayrılmaktadır (Creswell, 2013). Sonuçlar genel yorumlama yaparken birleştirilir. Yakınsayan Paralel Desen, araştırmacıların çalıştıkları konuda daha geniş ve kapsamlı bir bakış açısı elde etmelerine yardımcı olabilir.

Nicel ve nitel araştırma yöntemlerini beraber ele alan bu karma yöntem araştırmasının nicel aşamasında "ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen" kullanılmıştır. Nitel aşamasında ise veri kaynağı olarak deneyimi yaşayan kişilerin (deney grubu öğrencilerinin) düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla durum çalışmasından yararlanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Çalışma Grubu

Araştırma kapsamında belirlenen araştırma problemlerine cevap bulabilmek için, iki farklı sınıf seviyesinde öğrenim görmekte olan deney ve kontrol grupları üzerinde çalışma

gerçekleştirilmiştir. Sekizinci sınıf öğrencileri, Lise Geçiş Sınavı (LGS) olarak bilinen merkezi bir sınava tabi tutulmaktadır ve bu durum öğrenciler üzerinde baskı ve stres oluşturmaktadır (Atay, 2021; Kızılkapan & Nacaroglu, 2019; Şad & Şahiner, 2016). Araştırma sürecine dahil edilen öğrencilerin genel psikolojik durumu, motivasyonu ve katılımı üzerinde olası olumsuz etkiler göz önüne alındığında, çalışma 8. sınıf öğrencileri ile yürütülmemiştir. Karaman ve Karaman (2016), Fen Bilgisi müfredatının 6. sınıflar için yoğun olduğunu belirtmişler ve bu faktörlerin araştırmanın sonuçlarını etkileyerek bulguların güvenilirliğini azaltabileceği düşünülerek ve 6.sınıf öğrencileri de çalışmaya dahil edilmemişlerdir. Okul yönetiminin de desteği ve tavsiyesi ile çalışma 5. ve 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Grupların denkliliğini sağlayabilmek için öğrenci sayısı, cinsiyetleri ve 2020-2021 eğitim/öğretim yılı birinci dönem fen bilimleri dersi notlarına bakılmıştır. Dolayısıyla, araştırmanın örnekleme, 2020-2021 eğitim/öğretim yılı Ankara ili, Keçiören ilçesinde bir devlet ortaokulundaki beşinci ve yedinci sınıflar arasından deney ve kontrol grubu şeklinde uygun örnekleme yoluyla belirlenmiştir. Uygun örneklem, bir araştırmanın amacına ve hedeflerine uygun bir şekilde seçilmiş katılımcı veya veri grubudur (Çepni, 2010). Çalışmaya 68 beşinci sınıf ve 48 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Yedinci sınıflarda bir deney bir kontrol grubu, beşinci sınıflarda ise iki deney bir kontrol grubu belirlenmiştir.

Tablo 1

Çalışma Gruplarının Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması

		Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	p
5. SINIFLAR	21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön Test	Deney	46	3.64	.36	66.0	-1.5	.12
		Kontrol	22	3.80	.40			
	Yaratıcılık Ölçeği Ön Test	Deney	46	32.0	9.40	66.0	.07	.94
		Kontrol	22	31.9	10.9			
7. SINIFLAR	21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön Test	Deney	24	3.67	.53	46.0	-.25	.79
		Kontrol	24	3.70	.46			
	Yaratıcılık Ölçeği Ön Test	Deney	24	30.2	10.2	46.0	.95	.34
		Kontrol	24	27.6	8.15			

Tablo 1'de yer alan bağımsız tek örneklem t-testi sonuçlarına dair veriler incelendiğinde, kontrol ve deney grupları öğrencileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ayrımın olmadığını görülmektedir ($p>0,05$). Dolayısıyla, grupların denk olduğu ifade edilebilir.

Veri Toplama Süreci ve Etik

Araştırmada bağımlı değişkenler 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ve yaratıcılık becerileri değişkenlerine dair kullanılacak ölçme araçlarından elde edilen puanlar ve öğrenci görüşleri; bağımsız değişken olarak ise biyomimikri etkinlikleri ile yürütülen fen dersleri olarak belirlenmiştir. Deney grubunda beşinci sınıflar Canlılar ve Yaşam konu alanı İnsan ve Çevre ünitesi ile yedinci sınıflar Canlılar ve Yaşam konu alanı Canlılarda Üreme Büyüme ve Gelişme ünitesinde yer alan Öğretim Programındaki kazanımların biyomimikri odaklı etkinliklerle entegre şekilde işlenmiştir. Kontrol grubunda ise aynı konu ve kazanımlar MEB Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında belirtildiği şekilde araştırma- sorgulama temelli ve öğrenci merkezli olarak işlenmiştir.

Araştırmacı tez konu alanı olan Biyomimikri ile ilgili uygulama öncesi bu konuyla ilgili eğitime katılmıştır. Bu yüzden dersler deney ve kontrol gruplarında araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Deney gruplarında öğrenciler akademik başarı açısından heterojen olacak şekilde gruplara ayrılmıştır. Eğitim-öğretim sürecinde akran öğreniminin önemli bir etkisi olduğu düşünüldüğünden bu şekilde heterojen dağılım planlanmıştır. Deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilecek derslerin ders planları alan yazın taranarak oluşturulmuştur.

Etik

Araştırmanın amacına uygun olarak Hacettepe Üniversitesi Etik Kurul Komisyonu'ndan uygulama öncesi gerekli izinler alınmıştır (EK-K). Etik Kurul Komisyonunun onayının ardından Millî Eğitim Bakanlığı Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğüne araştırmaya ilgili belgeler iletilerek okulda yapılacak olan uygulama için izin alınmıştır. Araştırmada gönüllü katılım esas olduğu için öğrencilerden gönüllü katılım formu, velilerden

de veli izin dilekçeleri imzalanarak alınmıştır. Dersler ile ilgili yapılacak görüşme ve ders kayıtlarının, sadece bilimsel amaç için kullanılacağı, isimlerinin araştırmada kullanılması gerekecekse takma bir ad kullanılacağı öğrencilere ve velilere bildirilmiştir. Ayrıca uygulama sırasında gerçekleştirilen öğrenci değerlendirmelerinin, dönem sonu değerlendirme notları üzerinde bir etki yaratmayacağı, bunun yerine, öğrencilerin verdiği yanıtların sadece sürece yönelik bir bakış açısını anlamak amacıyla kullanılacağı bildirilmiştir. Uygulama beşinci ve yedinci sınıf deney ve kontrol grupları için 2022 Mayıs ayında başlayıp 2022 Nisan ayında sonlanmıştır. Bu bağlamda bu araştırma, ders değerlendirmesinden bağımsız ve ders akışını bozmayacak şekilde yapıldığından gönüllü katılıma yönelik erk ilişkisi riski yaratmamaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada biyomimikri öğretim yaklaşımının öğrencilerin 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ile yaratıcılık becerilerine etkisini tespit etmek için nicel veriler Tablo 2’de belirtilen ölçekler yardımı ile toplanmıştır. Öğrencilerin biyomimikri etkinlikleri ile ilgili görüşlerine dair nitel veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu ve Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testleri kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca sınıfta zamanın nasıl geçirildiğini karakterize etmek ve öğretmen ile öğrencilerin farklı etkinliklerde ne kadar zaman harcadıklarını ölçmek amacıyla Sınıf Gözlem Formu (Classroom Observation Protocol for Undergraduate- [COPUS]) kullanılmıştır.

Tablo 2

Veri Toplama Araçları

		Yaratıcılık Ölçeği	21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi	Görüşme	Öğrenci Sayısı
5. Sınıf Deney Grubu- 1	Ön test	X	X	X	3 öğrenci	22
	Son test	X	X	X		22
5. Sınıf Deney Grubu -2	Ön test	X	X	X	3 öğrenci	24
	Son test	X	X	X		24

7. Sınıf Deney Grubu	Ön test	X	X	X	4 öğrenci	24
	Son test	X	X	X		24
5. Sınıf Kontrol Grubu	Ön test	X	X			22
	Son test	X	X			22
7. Sınıf Kontrol Grubu	Ön test	X	X			24
	Son test	X	X			24

Bu çalışmada kullanılması planlanan veri toplama araçları için ölçek sahiplerinden (EK-J) gerekli izinler alınmış ve burada alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği

Alanyazın incelendiğinde, 21. yüzyıl becerilerinin oldukça geniş bir yelpazeye sahip olduğu görülmektedir (Fadel, 2008; OECD, 2005; P21). 21. yüzyıl becerilerinin tamamını test etme olanağı, zaman, öğrenci motivasyonu ve kaynak sınırlamaları gibi faktörlere bağlı olarak sınırlıdır. Bu sebeple, araştırmada P21’de yer alan “öğrenme ve inovasyon” becerileri kapsamındaki 4C (critical thinking, communication, collaboration, creativity) becerileri olarak bilinen eleştirel düşünme, iş birliği yapma, iletişim kurma ve yaratıcı düşünme becerilerine odaklanılmasına karar verilmiştir. Bu beceriler, özellikle eğitim alanında vurgulanmakta ve bireylerin çağın gereksinimlerine uyum sağlamaları açısından kritik öneme sahip olan becerilerdir (Sarıkoç & Ersoy, 2022). Detaylı bir şekilde yapılan alanyazın taramasından sonra Atalay (2015) tarafından altı aşamada geliştirilen 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğinin veri toplama aracı olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Bu aşamalar ölçek maddelerinin oluşturulması, uzman görüşüne başvurma, ön deneme aşaması, yapı geçerliliği tespit aşaması, güvenilirlik hesaplama aşaması ve verilerin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesidir. Ölçek, yaratıcılık ve yenilenme (20 madde), eleştirel düşünme ve problem çözme (12 madde), iletişim ve iş birliği becerilerini içeren (7 madde) toplam 39 maddeye sahiptir. Ölçeğin kapsam geçerliliği uzman görüşüne başvurularak sağlanmış, yapı geçerliliğinin sağlanması için faktör analizi yapılmıştır. Ölçeğin güvenilirliği ise Cronbach alpha değeri ile ölçülmüş ve güvenilirlik katsayısı Cronbach $\alpha=,955$ olarak tespit edilmiştir. Faktörler bazında Cronbach alfa katsayılarına bakıldığında,

yaratıcılık ve yenilenme için 0,958, eleştirel düşünme ve problem çözme için 0,943 ve iş birliği ve iletişim için 0,896 değerleri hesaplanmıştır. 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılarak hazır hale getirilmiştir. Bu ölçek aracılığıyla elde edilen veriler sayesinde, ortaokul öğrencilerinin genel olarak 21.yy öğrenme ve yenilenme becerilerine yönelik durumları hakkında bilgi edinmek amaçlanmıştır. Ölçeğin son hali EK-A'da sunulmuştur.

Yaratıcılık Ölçeği (Ne Kadar Yaratıcısınız?)

Araştırmada, öğrencilerin yaratıcılıklarını belirlemek amacıyla Whetton ve Cameron (2002) tarafından "How creative are you?" ismi ile geliştirilen ölçekten faydalanılmıştır (EK-B). Ölçek Aksoy (2004) tarafından Türkçe'ye çevrilmiş ve geçerlik-güvenirlik analizleri yapılmıştır. Ölçekte yer alan 39 maddenin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0,94 olarak hesaplanmıştır. Yaratıcılık ölçeği içeriğinde, öğrencilerin özellikleri, tutumları, değerleri ve ilgileri bulunmaktadır. Ölçekte yer alan 39 maddeden her biri için a) katılıyorum b) kararsızım c) katılmıyorum seçeneklerinden öğrenciler için en uygun olanı seçmeleri istenmektedir. Ölçekteki maddelerde en düşük puan (-2) iken en yüksek puan (4) olmuştur. 40.soruda ise yaratıcılıkla ilgili 54 tane sıfat arasından kendilerine uygun olan altı tanesini seçmeleri istenmektedir. Bu sıfatların (0) ile (2) arasında değişen puan değerleri bulunmaktadır. Yaratıcılık ölçeğinden alınan puanlara göre sahip olunan yaratıcılık düzeyi ise Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3

Yaratıcılık Ölçeği Puanları

Yaratıcılık Grubu	Puan aralığı
Yaratıcılığı olmayan	10'dan az
Ortalamanın altında yaratıcı	10-19
Ortalama	20-39
Ortalamanın üstünde yaratıcı	40-64
Oldukça yaratıcı	65-94

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi

Bu çalışmada, öğrencilerin “biyomimikri” algılarını belirlemek amacıyla Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır (EK-D). Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi (Independent Word Association Test), kişilerin dil ve düşüncelerini inceleyen bir testtir. Bu testte, kişilere belli bir kelime verilir ve kişinin bu kelimeyi düşünürken aklına gelen ilk kelimeyi yazması istenir. Bu test, kişinin düşüncelerini inceleyerek, kişinin zihinsel ve duygusal durumunu değerlendirmeye yardımcı olur. Eğitim araştırmalarında oldukça yaygın olarak kullanılan bu teknik, öğrencilerin kavramsal gelişimleri ve bu kavramların uzun dönemli hafızalarında diğer kavramlarla olan ilişkilerindeki eksiklikleri belirlemek için kullanılmaktadır (Kurt ve Ekici, 2013; Timur ve ark., 2020). Bu çalışmada bağımsız kelime ilişkilendirme testi, nicel ölçme araçlarına benzer şekilde ön test ve son test olarak uygulansa da esas hedef bireylerin kavramlar arasında nasıl bağ oluşturduğunu çözümlmek ve uzun dönemli hafızalarında bulunan kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterli olup olmadığını belirlemektir. Testte, öğrencilere biyomimikri kelimesi sunulmuş ve zihinlerinde oluşan 5 kelimeyi 40 saniye içinde yazmaları istenmiştir. Ardından, 20 saniye içinde yazdıkları kelimeleri kullanarak biyomimikri ile ilgili bir cümle kurmaları istenmiştir. Bu bağlamda elde edilen veriler, içerik analizi kullanılarak kodlanmış, ardından kategoriler belirlenmiştir.

Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Bu çalışmada biyomimikri odaklı etkinlikler sonrasında öğrencilerin fen bilimleri derslerinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi sürecine ilişkin düşüncelerini tespit etmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler araştırmacılar tarafından esnek olmaları nedeniyle tercih edilmektedir (Glesne, 2010). Bu sayede görüşmeler önceden belirlenmiş bir soru seti ile gerçekleşirken, görüşme sırasında ortaya çıkan ek konuların da araştırılmasına da izin verir. Araştırmada görüşme formu

soruları alan-yazından yararlanılarak oluşturulmuştur. Görüşme formunu yanıtlayacak olan öğrencilerinin yaşları dikkate alınarak gelişimsel özellikleri önemsenmiştir. Geliştirilen görüşme formu, eğitim alanında uzmanlaşmış bir akademisyen ve fen bilimleri alanında uzman iki fen bilimleri öğretmenine sunularak görüşleri alınmıştır. Uzman görüşlerinden elde edilen verilere dayanarak, mülakat formundaki sorular, anlaşılabilirlik, uygunluk ve yeterlilik açısından değerlendirilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Örneğin, doğadan ilham alarak tasarım oluşturma sürecinde karşılaşılan zorluklar hakkında daha ayrıntılı bilgi elde etmek amacıyla, "Zaman, çevre ve ekonomi açısından karşılaşılan zorluklar nelerdir?" şeklinde sonda sorular uzman görüşleri doğrultusunda görüşme formuna eklenmiştir. İki ana bölümden oluşan form EK-C' de verilmiştir. İlk bölüm, katılımcıların özellikleri ile ilgili sorular içermektedirken, ikinci bölümde katılımcıların fen bilimlerinde biyomimikri etkinliklerinin uygulanması ve etkililiği hakkındaki görüşleri istenmektedir.

Araştırmaya başlamadan önce, deney grubu öğrencilerine gönüllü katılım formu dağıtılmış ve onayları alınmıştır. Velilerine de veli onay formu dağıtılmış olup, uygulama sonunda uygun görülen öğrencilerle yapılacak olan görüşmenin açıklandığı ve gerekli izinlerin alındığı bilgisi verilmiştir. İç geçerliliği artırmak amacıyla görüşmeler sessiz bir ortamda yapılmış ve ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

COPUS Sınıf Gözlem Formu

Smith, Jones, Gilbert ve Wieman (2013) tarafından oluşturulan COPUS (Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM- STEM Sınıf Gözlem Formu) adlı ders gözlem ölçeği, Doğan (2019) tarafından Türkçe 'ye çevrilerek ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Sınıf Gözlem Formu (COPUS), STEM kapsamında öğretmen ve öğrencilerin farklı etkinliklerde ne kadar zaman harcadıklarını ölçmek amacıyla geliştirilmiş olup sınıfta zamanın nasıl geçirildiğini güvenilir bir şekilde belirlemeye olanak tanır (Smith et al., 2013). COPUS, eğitimcilerin aktif öğrenme yolundaki konumlarını keşfetmelerini sağlayan, öğretmenlerin ve öğrencilerin ders esnasında ne yaptığını

yargılamadan karakterize eden, kullanımı kolay bir araçtır (Ludwig & Prins, 2019; Smith et al., 2013). COPUS, lisans eğitimi için STEM derslerinde kullanılmak üzere tasarlanmış olmasına rağmen, alan yazında ölçeğin ortaöğretimde de etkili bir şekilde kullanılabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Akiha et al., 2018; Byusa et al., 2021; Ndiokubwayo et al., 2020).

Deney Grubu Ders Planlarının Hazırlanması

5. sınıf fen bilimleri dersi için "İnsan ve Çevre" ünitesi ile canlılarda 7. sınıf fen bilimleri dersi için "Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme" ünitelerine odaklanan ders planları biyomimikri öğretim yaklaşımını temel alacak şekilde tasarlanmıştır. Ders planları, kazanımların dikkate alınmasıyla oluşturulmuş ve uygulama öncesi deney ve kontrol grupları için hazırlanarak EK-G ve EK-H'de sunulmuştur. Etkinliklerin hazırlanması aşamasında, biyomimikri (biomimicry), biyo-ilham (bio-inspiration), biyomimik (biomimic), biyo-tasarım (bio-design) anahtar kelimelerini içeren alan yazın taranmıştır. Kaynak kitaplar ile internet araçları da kullanılarak olası etkinliklerin bir havuzu oluşturulmuştur. Bu belirlenen etkinlikler, fen eğitiminde uzman üç kişinin görüşüne başvurularak uygunluğu belirlenmiştir.

Ders planlarının hazırlanması sürecinde, öğrenciler ve öğretmenlere rehberlik etmek amacıyla Biyomimikri Enstitüsü tarafından geliştirilen MIMIC Öğretim Yaklaşımı esas alınmıştır. Dersin genel işleyişine biyomimikri ile bağlantılı etkinlikler eklenerek oluşturulan ders planlarının genel çerçevesi deney grubu beşinci sınıflar için Tablo 4'te ve deney grubu yedinci sınıflar için Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 4

5.Sınıf Deney Gruplarında Uygulanan Biyomimikri ile Bağlantı Etkinlikleri

KAZANIMLAR	SÜRE	DERSİN GENEL İŞLEYİŞİ	BIYOMİMİKİRİ İLE BAĞLANTI
			"Biyomimikri nedir?"

1. HAFTA	Biyçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.	2 ders saati	Biyçeşitliliğin Doğal Yaşam İçin Önemi	Öğrenciler "fark ettikleri" ve "merak ettikleri" yerel veya küresel bir sorun belirler.
		2 ders saati	"Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika" "Sayısı azalmak üzere olan bitki ve hayvanlar"	Öğrenciler Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırır ve en tuhaf olduğunu düşündükleri türleri belirler.
2. HAFTA	Biyçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır. Belirlenen problemin nedenleri ve etkileri tespit edilir.	2 ders saati	Gazete haberi: "nesli tükenme tehlikesi altında olan canlılar"	Öğrenciler "fark ettikleri" ve "merak ettikleri" yerel veya küresel bir sorunun nedenlerini ve etkilerini belirler. Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri hakkında bilgi edinilir.
		2 ders saati	Sanal Hayvanat Bahçesi gezisi	Dünya genelinde canlı yayın yapan çeşitli hayvanat bahçeleri sınıfta öğrencilerle izlenir, gözlemler yapılır.
3. HAFTA	İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder.	2 ders saati	Öğrencilerin hem insan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini fark etmeleri hem de yerel veya küresel bir sorunun çözümünde doğayı gözlemleyerek ilham alabilmeleri için gezi planlanmıştır.	
		2 ders saati	Öğrencilerle yerel ve küresel çevre sorunlarının çözümüne ilham verebilmesi için hazırlanan kart destesi incelenir.	Öğrencilerin doğanın stratejilerinin ne kadar ilham verici olabileceğini keşfetmeleri için biyomimikri kart destesi sınıfta incelenir.

4. HAFTA	Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar.	2 ders	Geçmişe ve günümüze dair fotoğraflar incelenerek insanın çevre üzerindeki etkisi fark edilir.	Öğrencilerin yakın çevrelerinde belirledikleri sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alınabileceğinin tespit edilmesi.
		2 ders	Belgesel: "çevreci yeşil binalar"	"Ask Nature" web sitesi tanıtılır. Tasarım fikirleri oluşturulur ve güçlü/zayıf yönleri belirlenir.
5. HAFTA	İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur.	2 ders	Öğrencilerle çevre kirliliği fotoğrafı üzerine beyin fırtınası yapılır.	Öğrencilerden biyomimikri olduğunu düşündükleri tasarımlara örnekler vermeleri istenir.
		2 ders	Her bir öğrencinin ekolojik ayak izi hesaplanır.	"atıklar" hakkında farkındalık oluşturma
6. HAFTA	İnsan-çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır.	4 ders	"Küresel ısınma" "küresel ısınma haberleri"	Öğrenciler tasarım fikirlerinin modellerini yapar ve sunar. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir.

Tablo 5**7. Sınıf Deney Gruplarında Uygulanan Biyomimikri ile Bağlantı Etkinlikleri**

KAZANIMLAR	SÜRE	DERSİN GENEL İŞLEYİŞİ	BİYOMİMİKRI İLE BAĞLANTI
	2 ders saati	Üremenin ne olduğunu keşfedilir.	"Biyomimikri nedir?"

1.	İnsanda üremeyi sağlayan yapı ve organları şema üzerinde göstererek açıklar.	2 ders saati	Erkek ve Dişi üreme organları şema üzerinde açıklanır. Üreme sisteminin sağlığı için hijyen konusunda beyin fırtınası yapılır.	Kart eşleştirme oyunu oynanır. Öğrencilerin fark ettikleri" ve "merak ettikleri" yerel veya küresel bir sorunun belirlenmesi.
2.	Sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs ve bebek arasındaki ilişkiyi açıklar.	2 ders saati	Döllenme olayını gösteren animasyon	Öğrenciler Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırır ve en tuhaf olduğunu düşündükleri türleri belirler.
HAFTA	Embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için alınması gereken tedbirleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için tedbirlerin neler olduğunun kavratılması amacıyla gazete haberleri incelenir.	Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri hakkında bilgi edinilir.
3.	Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır.	2 ders saati	Neslin devamı için üremenin önemine yönelik "Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika" adlı video izletilir.	Deney grubundaki öğrencilerin hem insan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini fark etmeleri hem de yerel veya küresel bir sorunun çözümünde doğayı gözlemleyerek ilham alabilmeleri için Sanal Hayvanat Bahçesi gezisi yapılır.
HAFTA		2 ders saati	Bitkilerde üremenin anlaşılması için bitki örneği incelenir.	Öğrencilerle yerel ve küresel çevre sorunlarının çözümüne ilham verebilmesi için biyomimikri kart destesi incelenir.
			Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme	Öğrencilerin yakın çevrelerinde belirledikleri

4. HAFTA	Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini örnekler vererek açıklar.	2 ders saati	süreçlerini keşfedebilmeleri için deney ve gözlem yapılır.	sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alınabileceğinin tespit edilmesi.
	Bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri açıklar.	2 ders saati	“Bir Kelebeğin Yaşam Döngüsü” animasyon belgeseli izletilir.	“Ask Nature” web sitesi tanıtılır. Tasarım fikirleri oluşturulur ve güçlü/zayıf yönleri belirlenir.
5. HAFTA	Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.	2 ders saati	Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenme üzerine beyin fırtınası yapılır.	Öğrencilerden biyomimikri olduğunu düşündükleri tasarımlara örnekler vermeleri istenir.
		2 ders saati		Öğrenciler tasarım fikirlerinin modellerini yapar ve sunar. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir.

Deney Grubunda Uygulama

1. Bu çalışma 2021–2022 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Ankara ili Keçiören ilçesindeki bir ortaokulun 5. ve 7. sınıflarında bulunan 116 öğrenci ile Mart 2022 ve Mayıs 2022 tarihleri arasında, haftada 4 ders saati olmak üzere beşinci sınıflarda 24, yedinci sınıfta 20 ders saati sürmüştür.
2. Çalışma 5. sınıflarda fen bilimleri dersi öğretim program ünitelerden olan “İnsan ve Çevre” ünitesine yönelik 28 Mart 2022 tarihinde başlamıştır. 11 Nisan 2022- 15 Nisan 2022 tarihleri arasında ara tatil olması nedeniyle araştırmaya bir hafta ara verilmiş ve 13 Mayıs 2022 tarihinde tamamlanarak toplam 6 hafta sürmüştür.

3. Çalışma 7. sınıflarda fen bilimleri dersi öğretim program ünitelerden olan “Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesine yönelik 25 Nisan 2022 – 27 Mayıs 2022 tarihleri arasında toplam 5 hafta sürmüştür.
4. Beşinci ve yedinci sınıflar için belirlenen üniteler kapsamında biyomimikri odaklı etkinlikler alan yazın incelenerek hazırlanmıştır.
5. Deney gruplarında biyomimikri odaklı öğretim yönteminin uygulanıp uygulanmadığını belirlemek amacıyla sınıf gözlem formu kullanılmıştır.
6. Öğretmen her ders öncesi sınıf ortamında internet erişimi ve etkileşimli tahtanın çalışıp çalışmadığını kontrol etmiş, gerçekleştirilecek etkinliklerin malzeme kontrolünü ve öğrenci aktivitelerinin provasını yapmış ve bu şekilde dersin uygulanışı esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmeyi planlamıştır.
7. Derslerin güvenli bir şekilde yürütülmesini sağlamak ve hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin güvenliğini korumak amacıyla uygulama esnasında çeşitli güvenlik önlemlerine dikkat edilmiştir. Öncelikle yangın söndürme ekipmanının nerede bulunduğunu ve nasıl kullanılacağı, derslik ve laboratuvarın düzenli ve temiz olması, tehlikeli maddelerin uygun şekilde saklanması gibi temel kurallar her öğrenciye açıklanmış ve hatırlatılmıştır. Öğretmen ve öğrencilerin çalışmaları sırasında gözlükler, eldivenler, önlükler gibi kişisel koruyucu ekipmanlarını kullanmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğretmen, öğrencilere uygulama esnasında beklenmeyen sonuçları veya tehlikeli durumları hemen bildirmeyi teşvik etmiştir.
8. Öğretmen, öğrencilere internet güvenliği konularında da bilinçli olmaları gerektiği konusunda rehberlik etmiştir. Güçlü parolalar kullanımı, kişisel bilgilerin paylaşılmaması ve internet üzerindeki riskler konularında bilgilendirme yapmıştır. Öğrencilere güvenilir kaynakların ve içeriklerin nasıl seçileceği konusunda bilgi vermiştir.
9. Araştırma, okuldaki beşinci sınıflardan iki ve yedinci sınıflardan bir sınıfın deney grubu olarak belirlenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu seçim, farklı sınıf seviyelerinden deney

grupları kullanarak, araştırma kapsamında incelenen becerilerdeki olası farklılıkları belirlemeyi amaçlamaktadır. Deney grubu olarak belirlenen beşinci sınıflardan birinde 22, diğerinde 24 öğrenci, yedinci sınıftaki sınıf ise 24 öğrenciye sahiptir.

10. Uygulama öncesinde sınıflarda 3-4 kişilik çalışma grupları oluşturulmuştur. Gruplara öğrenciler isim vermiş ve her hafta bir öğrencinin yazman olarak belirlenmesi istenmiştir. Gruplar oluşturulurken heterojen olmasının sağlanmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede hem akran öğrenmesinin gerçekleştirilmesi hem de bireylerin farklı geçmişlere sahip insanlarla karşılaşacak olmaları sebebiyle onlarla ilişki kurabilmeleri için heterojen gruplarda etkileşim kurulmasına özen gösterilmiştir. Grup masaları ve sandalyeleri, grup üyelerinin birbirlerini görebileceği ve ihtiyaç duyduklarında yazı yazıp çizim yapabilecekleri bir alanı sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Öğrencilerin konuşmaları sırasında, ses düzeylerinin birbirlerini rahatsız etmeyecek şekilde grupların birbirinden uzak olmasına dikkat edilmiştir.
11. Deney grubunda, biyomimikri odaklı öğretim yönteminin daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi ve konunun pekiştirilmesi amacıyla öğrencilere çalışma kağıtları verilmiştir. Bu kağıtlar, sadece yöntemin etkililiğini ölçmek amacıyla kullanılmış olup veri toplama amacıyla değerlendirilmemiştir.
12. Araştırmada gruplara Yaratıcılık Ölçeği, 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ve Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testleri ön-test ve son-test olarak uygulanmış ve elde edilen sonuçların analizi yapılmıştır.

Deney gruplarındaki her hafta gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda açıklanmış ve örnek çalışma kâğıdı sunulmuştur. Ayrıca, EK-I bölümünde öğrencilerin diğer örnek çalışma kağıtlarına da yer verilmiştir.

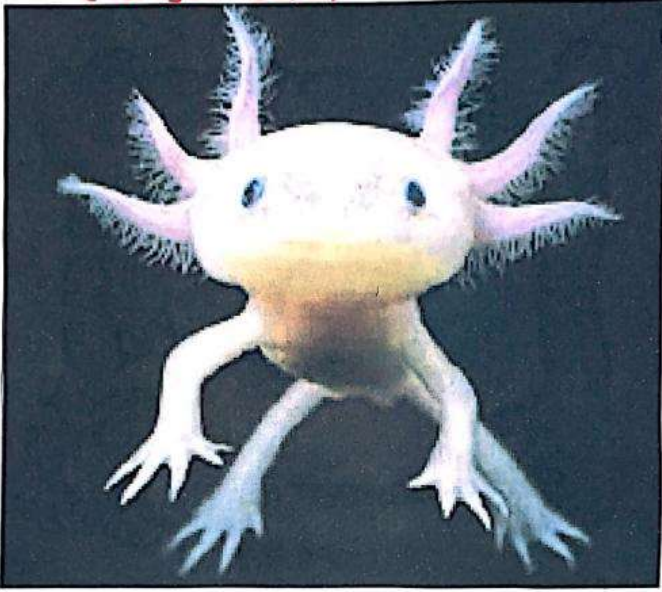
Birinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar. Uygulamanın ilk haftasında öğrenciler fark ettikleri ve merak ettikleri yerel veya küresel bir sorunu belirlemek amacıyla biyomimikri ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca öğrenciler, dünya genelindeki harika ve tuhaf

yaşamı araştırarak canlılar hakkında daha fazla bilgi edinmeyi hedeflemişlerdir ve en tuhaf canlıları belirlemişlerdir. Örnek çalışma kâğıdı Şekil 9'da sunulmuştur.

Şekil 9

En Tuhaf Tür- Çalışma Kâğıdı Örneği

AXSOLOTL SEMENDERİ
(Yürüyen Balık)



Bir semender türüdür. Bu hayvan tatlı, şirin, sevinçli yürü-
yebilen balık olduğu için benim ilgimi çekti. Bu türün larva-
ları metamorfoz geçiremezler, bu sebeple yetişkinleri suda yaşar
ve solunumları vardır. Bu tür hayvanın yaşam alanı Meksika Chalco
Gölü ve Meksika'nın doğu bölgeleridir. Böceklerin larvaları, küçük balıklar
ve solucanlar ile beslenirler.

Axolotl yürüyerek ve yüzerek hareket ederler. İlginç bir özelliği
de göz kapaklarının olmamasıdır. Birçok ülkede ev hayvanı olarak da
yetiştirilmektedir.

Hayatını suda geçiren canlılar yüzgeçleriyle hareket eder
karada yaşayan canlılar ise sürünür yada yürürler axolotl semen-
deri ise bu iki tanımda uyuyor. Axolotl semenderi yetişkinli-
ğinde bile bir larvaya benziyor bu nedanle pek çok kişi bu tür
semenderi yürüyen balık olarak tanımlıyor. Yumurtlayarak
çoğalıyor. Kuvvetli yumurtadan çıkma gerçekleştiriyor ve
her türlü küçük organizmayı vücutüne alıyor.

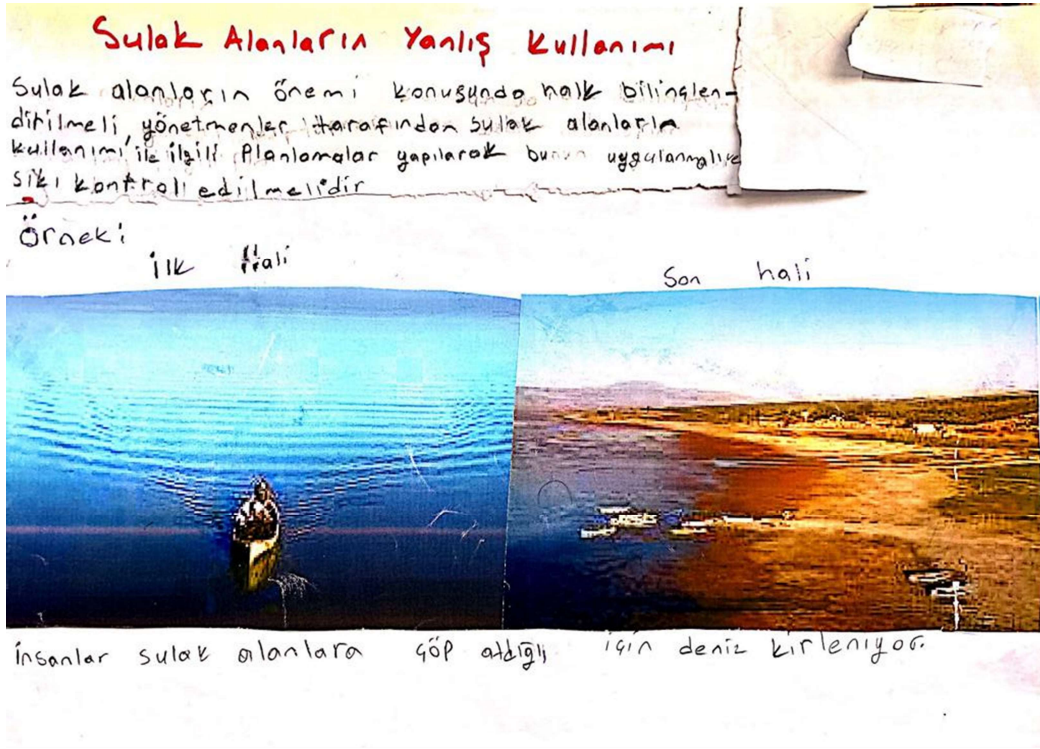
Öğretmen, öğrencilerin ülkemizde ve dünyada nesli tükenen veya tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan bitki ve hayvanları keşfetmelerini sağlamak amacıyla, dersten önce "Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika" adlı videoyu göstermek üzere hazırlık yapmıştır. Öğrencilere "acaba dinozorların nesli neden tükendi?" sorusu yöneltilerek ön bilgileri sorgulanmıştır.

Ayrıca, ülkemizde ve dünyada sayıları azalmakta olan bitki ve hayvanların neler olduğunu öğrenmek amacıyla hazırlanan bir slayt gösterisi ile bu canlılar tanıtılmıştır. Ardından, öğrencilerin bu canlıların korunması yönünde duyarlılık kazanması amacıyla sınıfta tartışma ortamı yaratılmış ve düşünceleri paylaşımları sağlanmıştır. Bu sayede eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

İkinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar. Dersi sürecinde öğrencilerin biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri keşfetmeleri amacıyla öğretmen, dersten önce bir gazete haberi hazırlamıştır. Gazete haberinin sınıfta okunarak tartışılması yoluyla konunun kavranması amaçlanmaktadır. Bir önceki derste araştırdıkları ve dünya genelindeki harika ve tuhaf canlıları belirledikleri yazıları toplanarak incelenmiş ve öğrencilere tek tek geri bildirimler verilmiştir. Bunun yanı sıra, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri hakkında bilgi edinilmiştir. İngiltere, İrlanda ve ABD'deki canlı yayın yapan çeşitli hayvanat bahçeleri sınıfta öğrencilerle izlenerek gözlemler yapılmıştır. Hayvanat bahçelerinde sadece hayvanlara odaklanmak yerine, bahsedilen hayvanların bulunduğu yaşam alanlarına dair izlenimlerin aktarılması da istenmiştir. Öğrencilerin fark ettikleri veya merak ettikleri yerel veya küresel bir soruna dair örnek çalışma kâğıdı Şekil 10'da sunulmuştur.

Şekil 10

Yerel veya Küresel Sorunlar- Çalışma Kâğıdı Örneği



Üçüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar. Üçüncü hafta etkinliklerinde organizmaların benzer problemleri nasıl çözdükleri gibi konuların araştırılması ve incelenmesi yer almaktadır. Bu süreçte strateji, mekanizma vb. kavramlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin biyomimikri sürecinde ilham alabilmeleri için canlıların yapı ve fonksiyonlarına dair bilgi edinmeleri için bir gezi düzenlenmiştir. Bu gezi sırasında öğrenciler gruplara ayrılarak farklı tartışma yöntemleri kullanarak bilgi edinmeleri ve paylaşımları sağlanmıştır. Bu çalışmalar sayesinde öğrencilerin benzer problemleri çözmek için organizmaların stratejilerini ve yeteneklerini incelerken, bu organizmaların özellikleri hakkında bilgi edindikleri ve tasarımlarını bu bilgiler ışığında geliştirebildikleri görülmüştür. Aşağıda organizmaların benzer problemleri nasıl çözdüklerine dair öğrenci araştırmalarını içeren çalışma kağıdı örneği Şekil 11’de sunulmuştur.

Şekil 11

Canlıların Yapı ve Fonksiyonları- Çalışma Kâğıdı Örneği

B) İncelediğiniz yapılardan veya özelliklerden 6 tanesini anımsayın ve her yapı veya özellik için aşağıdaki ifadeyi tamamlayın:

“ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

Örnek: Yarasanın buruşuk burnu, onu ses dalgalarını yakalamada bir şampiyon yapıyor.

Örnek: Fillerin hortumundaki kolayca kıvrılabilen diskler onu esnek hareket edebilmede bir şampiyon yapıyor.

1. “ yarasanın ^{sesleri} titreyen burnu 'ları onu ^{sesleri} canlıların yerlerini bulmada 'de şampiyon yapıyor.”
2. “ yusufçukların ^{yapıtaşı} konatı 'ları onu ^{bulmada} daha iyi dönmesini 'de şampiyon yapıyor.”
3. “ gılgıpların ^{göğesi} gagası 'ları onu ^{bulmada} daha hızlı us nasımla şampiyon yapıyor.”
4. “ kunduzların ^{barajları} barajları 'ları onu ^{baraj yapımında} baraj yapımında 'de şampiyon yapıyor.”
5. “ narlı balığın ^{adaları} kuyukları 'ları onu ^{adaları} denin sularında yaşamak 'de şampiyon yapıyor.”
6. “ balina ^{balınası} kuyruğundan 'ları onu ^{balınası} daha hızlı ve kolay ^{yüzmek} 'de şampiyon yapıyor.”

Dördüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar. Deney grubunda yer alan öğrencilerle çevrenin insan üzerindeki etkisine dair farkındalık oluşturmak amacıyla geçmişe ve günümüze ait fotoğraflar incelenmiştir. Daha sonra öğrencilerin belirlediği bir çevre sorununun çözümü için doğadaki yapı ve organizmalardan ilham alınabilecekler tespit edilmiştir. Bu amaçla, öğrencilere “çevreci yeşil binalar” belgeseli izletilmiş ve “Ask Nature” web sitesi tanıtılmıştır. Tasarım fikirleri oluşturularak bu fikirlerin güçlü ve zayıf yönleri belirlenmiştir. Aşağıda öğrencilerin biyomimikri inovasyonlarına dair yaptıkları araştırmaları içeren örnek çalışma kağıdına Şekil 12’de yer verilmiştir:

Şekil 12

Biyomimikri İnovasyonlarına Örnekler- Çalışma Kağıdı Örneği

KUNDUZLAR VE BARAJLAR

Küçük akar suları üzerine küçük ve dal parçaları
yığılarak barajlar kurar kundu zlar, aile grupları için çok
uygun evler yaparlar. Yapılan bu barajlar öyle yüksek mühendislik
özelliktir ki yüzyıllarca bile dayanır. İnsanlar da barajlardan
ilham alarak biriken milyonlarca litre suyu ev, fabrika
ve çiftliklerde kullanılır.



HAFIF SU TOPLAMA SİSTEMİ

Water Tower, örgü polyester malzemeyle desteklenen bir bambu
kafes yapılmıştır. Yapımı çok az maliyetlidir ve yapımı kolaydır.
Yağmur, sis veya rüzgârdan gelen atmosferik su buharı, ağırlık
yüzeyinde yağınlaşarak, koyu renkli bir bacağın sisten su
toplamasına benzer şekilde yapının tabanında bulunan bir
rezervuara damlayan suyu su damlacıkları oluşturur. Bir kez
gözetilip toplanan suyun buharlaşmasını önlemek için kulenin alt
kısmını gözetiyor.

Beşinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar. Deney grubundaki öğrencilerle çevre
kirliliği konusunda beyin fırtınası yapılmıştır. Öğrencilerden, biyomimikri alanında örnek
tasarımlar önermeleri istenmiştir. Her bir öğrencinin ekolojik ayak izi hesaplanarak sınıf
ortamında sonuçları tartışılmış ve ayak izini azaltmanın yolları üzerine konuşulmuştur.
Doğal kaynakların sınırlı olduğu göz önünde bulundurularak, insanoğlunun yeni çözümler
üretmek ve alternatif kaynaklar bulmak zorunda olduğu vurgulanmıştır. Bu bağlamda,
biyomimikri yöntemiyle nelerin başarılabilabileceği konusunda öğrencilerin fikirleri
alınmıştır. Aşağıda beşinci hafta etkinliklerine örnek bir çalışma kâğıdı Şekil 13'te
sunulmuştur:

Şekil 13

Biyomimikri Alanında Tasarım Önergeleri- Çalışma Kâğıdı Örneği

BİYOMİMİKRI TASARIMLARI		
Grup arkadaşlarınızla tartışarak, biyomimikri olduğunu düşündüğünüz tasarımlara örnekler veriniz. Bu tasarımın hangi sorunun çözümü için tasarlandığını ve hangi canlıdan ilham alındığını da belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz:		
BİYOMİMİKRI TASARIMI:	İLHAM ALINAN CANLI:	SORUN:
Palet	Balina Kuyruğu	paletin
Hız Treni	Baykuşlar	Hız trenin ses albarması
Uçak ayak kabısı	Levye tavşanı ayakları	Ayakkabı kayması
radar	Yarası	Radarı yapımı
Deniz Altı	Nautilus Balığı	denizin dibini görmek istemeleri

Yukarıda yazdığınız örneklerden herhangi birini geliştirmek isteseydiniz neler yapardınız? Açıklayınız. Yeni tasarımınızın resmini aşağıya çizebilirsiniz.

Hız treninin daha az ses albarması için
 Hız treninin havada durması için
 altına ve üstüne mıknatıs koyardım.

Altıncı Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar. Öğrenciler son hafta uygulamalarında belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümleri sunmak için hazırlık yapmışlardır. Bu aşamada, öğrenciler tasarımlarını, çözülen sorunu, tasarım çözümlerine ilham kaynağının ne olduğunu ve tasarımlarının neler başardığını sunmuşlardır. Ayrıca,

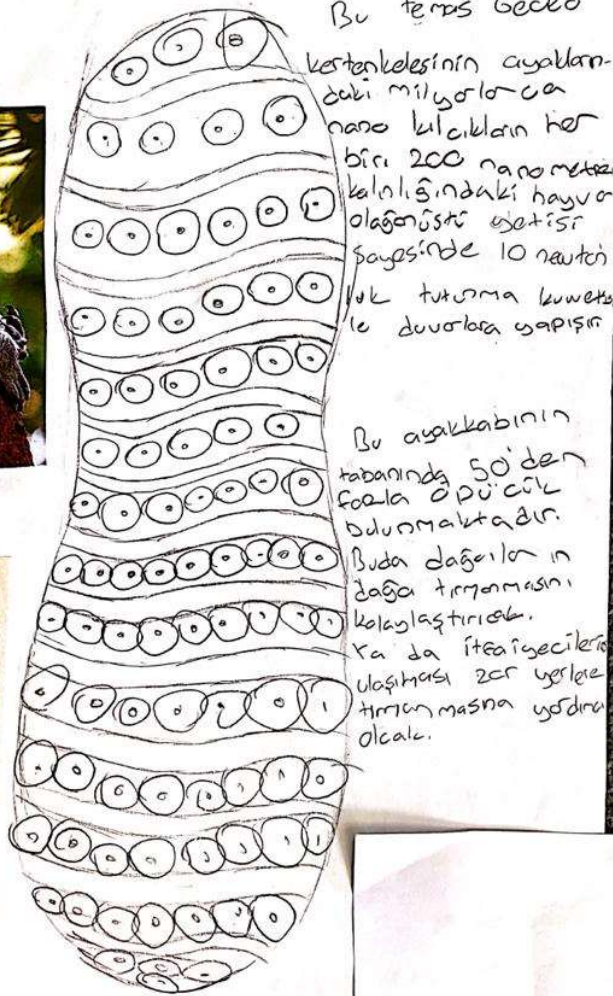
biyomimikri uygulamanın, bilim, problem çözme, mühendislik ve teknoloji hakkındaki düşüncelerini nasıl şekillendirdiğini de açıklamışlardır. Öğrenciler, tasarım fikirlerinin modellerini yaparak sunmuşlardır. Bu modeller, iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar şeklinde olabilir. Şekil 14'te örnek tasarıma yer verilmiştir:

Şekil 14

Öğrencilerin Tasarım Modelleri- Çalışma Kâğıdı Örneği

Koala, Avustralya'ya özgü otobur ve ağaçta enil yaşayan bir keseli memeli türüdür. Phascogaleidae familyasının yaşayan tek temsilcisidir. Yakın akrabası vombatlardır.

ADSIZ GRUBU



Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Uygulamalar. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının öngördüğü yöntemlere uygun olarak, kontrol grubunda dersler işlenmiştir. Kontrol grubu için hazırlanan ders planları, deney grubu ile benzer kazanımlar hedeflenerek oluşturulmuştur. Öğretmen, genellikle anlatım, soru- cevap, küçük-büyük grup tartışmalarına dayalı yöntemlerle dersi sürdürmüş ve ders işlenişi sırasında öğrencilerin defterlerine bazı kısımları yazdırmıştır. Ayrıca, konuyla ilgili sorular çözülerek, tartışmalar yapılarak ve konuların pekiştirilmesi amacıyla çalışma kağıtları cevaplandırılarak dersler sonlandırılmıştır. Derste uygulanan örnek çalışma kâğıdı Şekil 15'te sunulmuştur.

Şekil 15

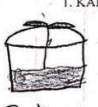
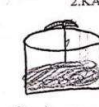


Kontrol Grubu Çalışma Kâğıdı Örnekleri

GRUBUN ADI: P/M

Her bir grup üyesi olarak bir adet plastik bardak alınız. Plastik kapları 1'den 4'e kadar numaralandırınız. Kaplara bir miktar pamuk koyunuz. Pamukların arasına dörder adet fasulye tohumu yerleştiriniz. Kapları şu koşulları sağlanarak çimlenmeye bırakınız:

1. kap Işıklı, oda sıcaklığında, sulu
2. kap Karanlık, oda sıcaklığında, sulu
3. kap Işıklı, soğuk, sulu
4. kap Işıklı, oda sıcaklığında, susuz

Fasulyeleri birkaç gün gözleyiniz ve gözlemlerinizi aşağıya not ediniz.

1. KAP	2. KAP
	
Su çimlendiği için normal ve çimlenmedi	Çimlendi ancak çimlenme aşamasında yeşil yapraklar oluştuğu için fotosentez
3. KAP	4. KAP
	
Çimlenmedi çünkü oda sıcaklığında olması gerekir	Çimlenmedi çünkü çimlenmesi için su gereklidir

GRUBUN ADI:

Her bir grup üyesi olarak bir adet plastik bardak alınız. Plastik kapları 1'den 4'e kadar numaralandırınız. Kaplara bir miktar pamuk koyunuz. Pamukların arasına dörder adet fasulye tohumu yerleştiriniz. Kapları şu koşulları sağlanarak çimlenmeye bırakınız:

1. kap Işıklı, oda sıcaklığında, sulu
2. kap Karanlık, oda sıcaklığında, sulu
3. kap Işıklı, soğuk, sulu
4. kap Işıklı, oda sıcaklığında, susuz

Fasulyeleri birkaç gün gözleyiniz ve gözlemlerinizi aşağıya not ediniz.

1. KAP	2. KAP
Büyümesini normal şartlarda sağlıklı bir şekilde geçirdi	Diğer yapıları olmadığı için bu yüzden fotosentez geçirmemesi için büyümesini engellemedi
3. KAP	4. KAP
Bitkinin büyümesi için uygun sıcaklık ve nem olması gerekir. Bu yüzden sağlıklı büyümedi	Su büyüme için gereklidir. Bu yüzden büyümedi

Bu çalışma 2021-2022 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde, Nisan ve Mayıs aylarında uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ve Yaratıcılık Ölçeğinden elde edilen veriler Jamovi 2.3.18 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analiz sırasında, incelenecek değişkenler belirlenmiştir. Deney grubu ve kontrol grubu için toplanan sayısal verilerin betimsel istatistik analizi yapılmıştır. Analizlerde, verilerin aritmetik ortalaması, standart sapması, çarpıklık ve basıklık katsayıları, en düşük ve en yüksek değerleri hesaplanmıştır. Betimsel istatistik analizleri sonuçları, yapılacak olan bağımsız gruplar t-testi, bağımlı gruplar t-testi ve ANCOVA analizlerinin gerekli olan varsayımların kontrol edilmesinde kullanılmıştır. Çalışmanın tümü için istatistiksel analizlerde $p=0.05$ anlamlılık düzeyi temel alınmıştır. Ölçeklerden elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığı Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri ile incelenmektedir (Büyüköztürk, 2017). Test grubundaki kişi sayısı 50'den fazla ise Kolmogorov-Smirnov, 50'den az ise Shapiro-Wilk testinin kullanılması gerekmektedir. Bu bilgiye göre, araştırmada test puanlarının normal dağılıp dağılmadığını incelemek için çarpıklık ve basıklık sayılarına ek olarak Shapiro-Wilk veya Kolmogorov-Smirnov testi, homojenlik için Levene's homojenlik testi kullanılmıştır. Betimsel istatistik yapılmasının ardından çıkarımsal istatistik uygulanmıştır. Bu çalışmada, yöntemin etkililiğinin belirlenmesi için gruplar arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığının yanı sıra etki büyüklüğü de değerlendirilmiştir. Etki büyüklüğünü belirlemek için Cohen-d istatistiksel ölçüsü kullanılmıştır. Cohen-d değerinin yorumlanması için, etki büyüklüğü d değeri 0,2 olduğunda küçük, 0,5 olduğunda orta, 0,8 olduğunda büyük olarak kabul edilmektedir (Cohen, 1988).

Araştırma sorularının cevabını bulmak için bağımlı değişken olan "Yaratıcılık Becerileri" ve "21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri" düzeylerinin normallik ve homojenliği test edilmiştir. Araştırma sorularında parametrik/ parametrik olmayan testlerden hangisinin kullanılacağını belirlemek için Levene's homojenlik testi uygulanmış, bu testin

sonucuna göre iki farklı örneklem grubunun ortalamalarını karşılaştırmak ve bu iki grubun ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi, bağımlı örneklem t-testi, grupların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek ve eğer var ise, hangi grupların diğerlerinden anlamlı olarak farklı olduğunu belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANCOVA) kullanılmıştır. Buna göre “Yaraticılık Ölçeği” ve “21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği” ön-test ve son-test puanlarına ilişkin dağılımların normallik varsayımını sağlayıp sağlamadığını belirlemek amacıyla betimsel istatistikler, çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiş histogram grafiği sonuçları ile elde edilen veriler desteklenmeye çalışılmıştır.

Yaraticılık Ölçeğine İlişkin Normallik Analizleri. Beşinci sınıf öğrencilerinin Yaraticılık ölçeği ön-test ve son-test toplam puanlarından elde edilen betimsel istatistik bilgileri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaraticılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Değerleri

		N	Min.	Max.	\bar{X}	Ss	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
DENEY GRUBU 1	Ön test	22	13	50	33.10	10.10	102	-.34	-.77
	Son test	22	29	82	56.50	13.90	192	.02	-.58
DENEY GRUBU 2	Ön test	24	13	45	31.10	8.84	78.2	-.47	-.48
	Son test	24	36	70	54.00	9.19	84.5	-.33	-.58
KONTROL GRUBU	Ön test	22	9	53	31.90	10.90	118	-.27	.23
	Son test	22	27	60	45.10	8.51	72.40	-.14	-.02

Tablo 6’da yer alan beşinci sınıflara ait ön-test ve son-testte elde edilen puanların betimsel istatistik değerleri incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ile +1 arasında olduğundan öğrencilerin yaratıcılık düzeylerinin normal olarak dağıldığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2017). Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için grup

büyükliğünün 50'den az olması sebebiyle Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 7'de normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 7

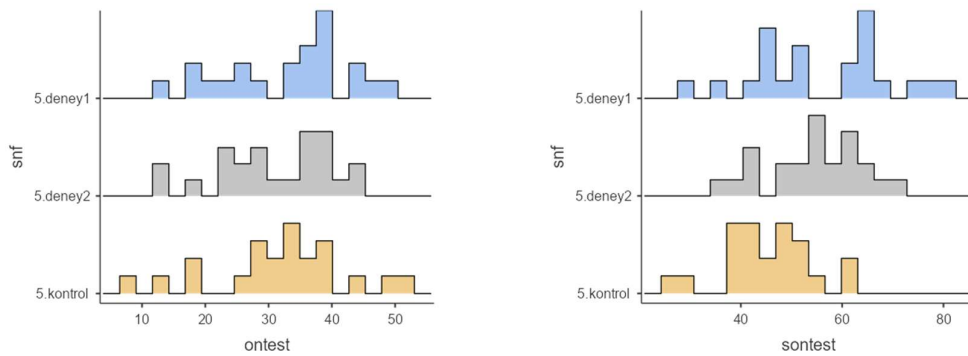
Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk		
		İstatistik	N	p
DENEY GRUBU 1	Ön Test	0.95	22	0.46
	Son Test	0.96	22	0.59
DENEY GRUBU 2	Ön Test	0.94	24	0.26
	Son Test	0.97	24	0.70
KONTROL GRUBU	Ön Test	0.96	22	0.59
	Son Test	0.97	22	0.75

Shapiro-Wilk testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, 5. sınıflar ön-test ve son-test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p > ,05$). Çalışma grubuna ait verilerin normal dağılım gösterdiğine ilişkin histogram grafikleri de incelenmelidir. Şekil 16'da histogram grafikleri verilmiştir.

Şekil 16

Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri



Şekil 16 incelendiğinde ön-test ve son-test puanlarının dağılımının histogram grafiklerinde normal dağılımdan çok uzaklaşmadığı görülmüştür. Yapılan istatistiki işlemler sonucunda, 5. Sınıf öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği puanlarından elde edilen verilerin

normal dağılım gösterdiği görülmüş ve normallik varsayımının karşılanması sebebiyle parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Yedinci sınıf öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeğinden elde edilen ön-test ve son-test puanlarından elde edilen betimsel istatistik bilgileri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Betimsel İstatistik

Değerleri

		N	Min.	Max.	\bar{X}	Ss	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu	Ön test	24	9	54	30.20	10.20	104	-.03	.41
	Son test	24	42	81	63.00	11.50	133	-.24	-.89
Kontrol Grubu	Ön test	24	13	39	26.00	6.15	37.9	.17	.12
	Son test	24	23	55	38.50	7.49	56.1	.33	.45

Tablo 8'de yer alan yedinci sınıfların ön-test ve son-testte elde ettikleri puanların betimsel istatistik değerleri incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ile +1 arasında olduğundan öğrencilerin yaratıcılık düzeylerinin normal olarak dağıldığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2017). Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için grup büyüklüğünün 50'den az olması sebebiyle Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 9'da normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 9

Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları

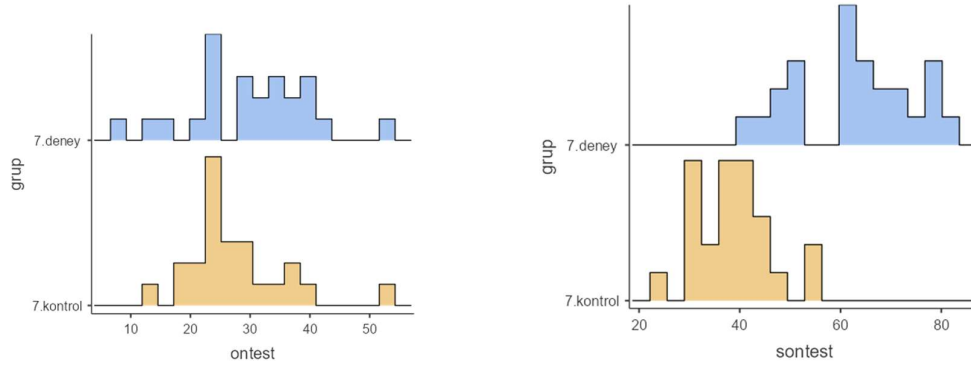
		Shapiro-Wilk		
		İstatistik	N	p
Deney Grubu	Ön Test	0.97	24	0.86
	Son Test	0.95	24	0.36
Kontrol Grubu	Ön Test	0.97	24	0.83
	Son Test	0.96	24	0.63

Shapiro-Wilk testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, 7. sınıflar ön test-son test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p > .05$). Çalışma grubuna ait

verilerin normal dağılım gösterdiğine ilişkin histogram grafikleri de incelenmelidir. Şekil 17'de histogram grafikleri verilmiştir.

Şekil 17

Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeği Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri



Şekil 17 incelendiğinde ön-test ve son-test puanlarının dağılımının histogram grafiklerinde normal dağılımdan çok uzaklaşmadığı görülmüştür. Yapılan istatistiki işlemler sonucunda, 7. Sınıf öğrencilerinin yaratıcılık puanlarından elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüş ve normallik varsayımının karşılanması sebebiyle parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğine İlişkin Normallik Analizleri. Beşinci sınıf öğrencilerinin “Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri” ölçeğine ait ön-test ve son-test puanlarından elde edilen betimsel istatistik bilgileri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

Beşinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Betimsel İstatistik Değerleri

		N	Min.	Max.	\bar{X}	Ss	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu 1	Ön test	22	2.83	4.25	3.66	0.38	0.01	-.67	.10
	Son test	22	3.58	4.75	4.18	0.17	0.30	-.01	-.70

Deney Grubu 2	Ön test	24	3.00	4.58	3.63	0.36	0.13	.67	.53
	Son test	24	3.00	4.92	4.12	0.49	0.24	-.44	-.52
Kontrol Grubu	Ön test	22	3.00	4.58	3.80	0.40	0.16	-.11	-.44
	Son test	22	3.08	5.00	4.10	0.60	0.37	-.22	-1.05

Tablo 10'da Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-testte elde ettikleri puanların betimsel istatistik değerleri incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ile +1 arasında olduğundan 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri düzeylerinin normal olarak dağıldığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2017). Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için grup büyüklüğünün 50'den az olması sebebiyle Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 11'de normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 11

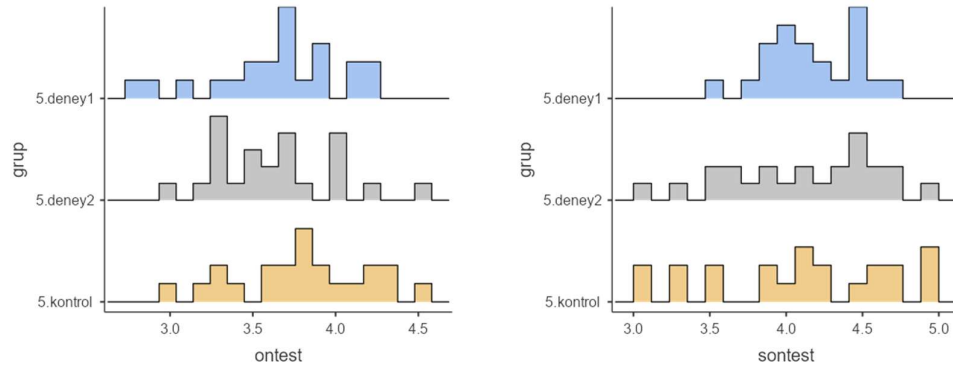
Beşinci Sınıf Öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk		
		İstatistik	N	p
Deney Grubu 1	Ön Test	0.95	22	0.31
	Son Test	0.97	22	0.73
Deney Grubu 2	Ön Test	0.96	24	0.46
	Son Test	0.96	24	0.53
Kontrol Grubu	Ön Test	0.98	22	0.96
	Son Test	0.94	22	0.28

Shapiro-Wilk testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, beşinci sınıflar 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p>.05$). Çalışma grubuna ait verilerin normal dağılım gösterdiğine ilişkin histogram grafikleri de incelenmelidir. Şekil 18'de histogram grafikleri verilmiştir.

Şekil 18

Beşinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri



Şekil 18 incelendiğinde 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-test puanları dağılımının grafiklerde normal dağılımdan çok uzaklaşmadığı görülmüştür. Yapılan istatistiki işlemler sonucunda, beşinci sınıf öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanlarından elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüş ve normallik varsayımının karşılanması sebebiyle parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Yedinci sınıf öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-test toplam puanlarından elde edilen betimsel istatistik bilgileri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Betimsel İstatistik Değerleri

		N	Min.	Max.	\bar{X}	Ss	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu	Ön test	24	2.33	4.75	3.67	0.53	0.28	-.20	.83
	Son test	24	3.50	4.75	4.23	0.30	0.09	-.52	.09
Kontrol Grubu	Ön test	24	2.75	4.33	3.70	0.46	0.21	-.65	-.63
	Son test	24	2.67	4.83	3.72	0.53	0.28	.03	-.27

Tablo 12’de 7.sınıfların 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-testte elde ettikleri puanların betimsel istatistik değerleri incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ile +1 arasında olduğundan öğrencilerin 21. Yüzyıl Öğrenme ve

Yenilenme Becerileri düzeylerinin normal olarak dağıldığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2017). Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için grup büyüklüğünün 50'den az olması sebebiyle Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 13'te normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 13

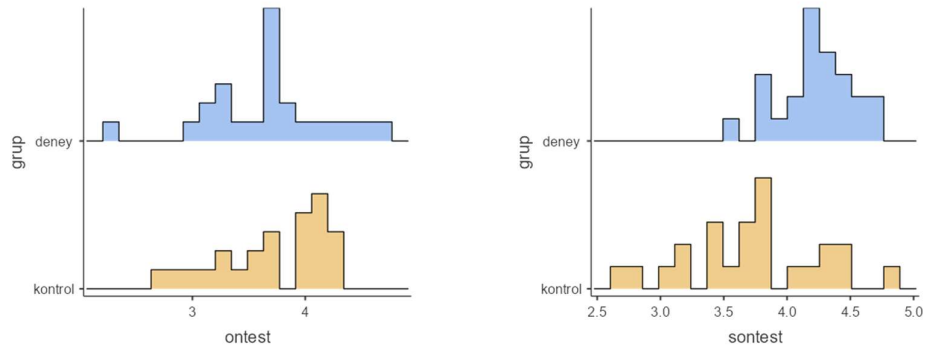
Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk		
		İstatistik	N	p
Deney Grubu	Ön Test	0.97	24	0.73
	Son Test	0.96	24	0.59
Kontrol Grubu	Ön Test	0.91	24	0.05
	Son Test	0.98	24	0.92

Shapiro-Wilk testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, yedinci sınıf öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğine dair ön test-son test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p>,05$). Çalışma grubuna ait verilerin normal dağılım gösterdiğine ilişkin histogram grafikleri de incelenmelidir. Şekil 19'da histogram grafikleri verilmiştir.

Şekil 19

Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçek Puanları Ön-test ve Son-test Histogram Grafikleri



Şekil 19 incelendiğinde ön ve son test puanlarının dağılımının grafiklerde normal dağılımdan çok uzaklaşmadığı görülmüştür. Yapılan istatistiki işlemler sonucunda, yedinci sınıf öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanlarından elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüş ve normallik varsayımının karşılanması sebebiyle parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada yararlanılan nitel veri toplama araçlarından olan yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testlerinden elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır.

Biyomimikri odaklı etkinliklerin öncesinde ve sonrasında deney grubu öğrencilerinin biyomimikri algılarındaki değişiklikleri belirlemek amacıyla, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Bu test, kavramsal ilişkileri çözümlmek ve uzun dönem bellekteki kavramsal ilişkilerin yeterliliğini tespit etmek için sıklıkla kullanılan eski ve yaygın bir tekniktir. Bu amaçla öğrencilerin kağıtları 1'den 70'e kadar numaralandırılarak cevaplar incelenmiş ve kodlanmıştır. Analizde, cevaplarda yer alan kelimelerin sıklığı ve anlam ilişkisi dikkate alınmıştır. Cevaplar konu içeriklerine göre gruplandırılmış ve ön-test ve son-test için dört kategori oluşturulmuştur. Bu doğrultuda yazılan kelimelerden aynı anlama gelen kelimeler en çok tekrarlanan kelimeler adı altında kategorilere ayrılmış ve frekansları hesaplanarak tablo halinde verilmiştir. Ancak ilişkisiz olduğu belirlenen ve diğer kelimelerle ilişkisi olmayan kelimeler değerlendirmeye alınmamıştır. Uygulama öncesindeki ve uygulama sonrasındaki cevaplarının verileri frekans (sıklık) değerleri verilerek tablolar halinde sunulmuştur. Veriler, iki uzman tarafından değerlendirilerek bu çalışmanın geçerliliğinin sağlanması amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Farklı görüşlerin ortaya çıktığı durumlarda fen eğitiminden bir uzmanın danışmanlığına başvurulmuştur. Bu sayede, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi sonuçlarının güvenilirliği sağlanarak, elde edilen verilerin tutarlı olduğu söylenebilir.

Araştırmada, öğrencilerle biyomimikri odaklı eğitim tamamlandıktan sonra yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme formunun ilk bölümünde öğrencileri tanıma amacıyla sorular yer alırken ikinci bölümünde fen eğitiminde biyomimikri odaklı etkinliklerin kullanımına dair bilgi, beceri, algı ve bakış açılarının belirlenmesine yönelik sekiz adet açık uçlu soru yer almaktadır. Görüşmelerde yer alan sorular iki alan uzmanı tarafından gözden geçirilip, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra bireysel olarak uygulanmıştır. Kesintisiz mülakatların sağlanabilmesi amacıyla katılımcılara, ses kaydı yapılacağına dair bilgi verilmiş ve mülakatlar yaklaşık 20 dakika süresince gerçekleştirilmiştir. Kaydedilen verilerin yalnızca bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacağı ve katılımcıların adları yerine takma isimlerin kullanılacağı bilgisi de aktarılmıştır. İç geçerliliğin artırılabilmesi amacıyla mülakatlar sessiz bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler, veri kaybını önlemek amacıyla kayıt altına alındıktan sonra yazılı doküman haline getirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerin analizinde öğrencilerin cevaplarından kodlar çıkarılıp bu kodlar temalar altında toplanmıştır. Oluşturulan kodlar ve temalar tablolar halinde sunulmuş yorumlanmıştır. Ayrıca, iç geçerliği artırmak amacıyla bireylerin görüşleri doğrudan alıntılarla sunulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2008).

COPUS- Sınıf Gözlem Formu Analizi. Sınıf gözlem formu ile gözlemciler önceden belirlenmiş bir süre boyunca sınıfta gözlem yapmış ve sınıf etkinlikleri sırasında öğretmen ve öğrenci davranışlarını kaydetmek için ilgili COPUS kodunu işaretlemiştir. COPUS formu, "öğrenciler ile birebir çalışma", "çalışma kâğıdı doldurma", "soru sorma" ve "tahtaya yazı yazma" gibi farklı sınıf davranışlarını temsil eden 25 koddan oluşur (Smith at all, 2013) (EK-E). Smith ve ekibi (2014) daha sonra kısaltılmış COPUS kodlarını geliştirerek, sınıf gözlem verilerinin daha basit bir şekilde analiz edilmesine ve sınıfta genel davranış kalıplarının tespit edilmesine yardımcı olmayı amaçlamıştır (Smith et al., 2014) (EK-F). COPUS puanlaması, her kodun işaretlenme sayısının, toplam kod sayısına bölünmesiyle elde edilen

kod yüzdesinin hesaplanması ile yapılmaktadır (Byusa et al., 2021). Bu araştırmada, veri analizi için kısaltılmış COPUS kodları temel alınmıştır.

Araştırmanın İç - Dış Geçerliği ve Güvenirlik

Araştırmaların sonuçlarının doğru ve güvenilir olabilmesi için, denek özellikleri, kayıp denek durumu, uygulama yeri, veri toplama süreci, ön test etkisi, zaman içinde gelişen istenmeyen durumlar, olgunlaşma ve deneklerin tutumu gibi faktörlerin araştırmanın i geçerliliğini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Büyüköztürk, 2017; Fraenkel et al., 2011; Karasar, 2016; Kocakaya, 2011; Yıldırım & şimşek, 2008). Araştırmanın i geçerliliğini tehdit eden faktörlerin etkisini azaltmak amacıyla, özenli bir planlama yapılmış ve bu planlama aşağıda açıklanmıştır:

1. Araştırmanın sonuçları, deneklerin özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilir (Büyüköztürk, 2017; Yıldırım & şimşek, 2008). Bu nedenle araştırmanın amaçlarına uygun olarak örneklem seçimi yapılmıştır. Ayrıca, denek özelliklerinin araştırma sonuçları üzerindeki etkisini kontrol etmek amacıyla deney ve kontrol grupları birbirine denk sınıflar üzerinden oluşturulmuştur.

2. Araştırma sürecinde bazı deneklerin araştırmadan çıkması veya veri toplama sırasında eksik veriler bırakması, sonuçların genelleştirilmesini zorlaştırabilir (Büyüköztürk, 2017; Fraenkel et al., 2011; Karasar, 2016). Çalışma, hazırlanan bir plan dahilinde gerçekleştirilmiş, verilerin takibi yapılmış ve kayıp denek durumuyla karşılaşılmamıştır.

3. Araştırmada uygulanan ön testin hatırlanması deneklerin son test performansını etkileyebileceği için i geçerliliği tehdit edebilir (Fraenkel et al., 2011; Karasar, 2016). Bu nedenle, araştırmacı tarafından ön test ve son test arasında yeterli bir zaman aralığı bırakarak ön test etkisi azaltılmaya çalışılmıştır.

4. Uzun süreli araştırmalarda denekler zamanla doğal olarak gelişerek değişebilir bu da araştırmanın i geçerliliğini tehdit edebilir (Büyüköztürk, 2017). Bu nedenle, bu çalışmada, 7. sınıf öğrencileri için araştırmanın beş hafta, 5. sınıf öğrencileri

için ise altı hafta sürmesi planlanmıştır. Bu şekilde, deneklerin olgunlaşma etkisine maruz kalmaları ve araştırmanın iç geçerliliğini etkilemeleri en aza indirilmiştir.

5. Araştırma üç farklı deney grubu ve iki farklı kontrol grubu için benzer özellikteki sınıflarda gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, farklı sınıflardaki değişkenlerin sonuçlar üzerindeki etkisi kontrol altında tutularak, araştırmanın iç geçerliği artırılmak istenmiştir.

6. Araştırmacı, Biyomimikri konusunda uzmanlaşmak için önceden eğitime katılmış ve bu nedenle uygulama sürecinde dersi kendisi yürütmeyi tercih etmiştir. Uygulamaları gerçekleştiren ve süreci yöneten kişi araştırmacı olduğundan, yanlılığının önlenmesi, tarafsızlığın sağlanması, sınıflarda uygulama sürecinin objektif olarak değerlendirilmesi amacıyla, alanda uzman iki kişi tarafından COPUS Sınıf Gözlem Formu kullanılarak tarafsız bir gözlem yapılmıştır. Gözlem formları üzerinde yapılan inceleme sonucunda, hazırlanan ders planları doğrultusunda uygun bir şekilde derslerin gerçekleştirildiği görülmüştür.

7. Novelty- Hawthorne etkisi, bir denek veya katılımcının kendisini farklı hissettiği için normal davranışından farklı bir davranış sergilemesidir (Fraenkel et al., 2011). Bu çalışmada, deney grubuna kontrol gruplarından farklı bir yöntemle ders işlendiği belirtilmemiş ve bu şekilde deneklerin normal davranışlarından saparak sonuçlar üzerinde yanıltıcı bir etki oluşmasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

8. John Henry etkisi, deney grubundaki katılımcıların daha iyi performans göstermeye çalışmaları ve kontrol grubundaki öğrencilerin daha az motivasyonlu olmaları sebebiyle daha düşük performans göstermeleridir (Fraenkel et al., 2011; Kocakaya, 2011). Bu etkinin önüne geçebilmek amacıyla deney ve kontrol grupları arasında etkileşim olmamasına dikkat edilmiştir.

9. Araştırmanın dış geçerliliğini sağlamak için, araştırma bulgularına direk atıflar yapılmış, çalışma grubunun özellikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanmış ve araştırmanın her aşaması detaylı bir şekilde tanımlanmıştır.

10. Bu çalışmada verilerin güvenirliğini artırmak amacıyla farklı yöntemler kullanılmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş, katılımcıların geliştirdiği çizimlerin ve materyallerin fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca, veri kaybını önlemek için metin haline getirilen görüşmeler katılımcılarla paylaşılarak teyit etmeleri için sunulmuştur. Araştırma ve kodlama süreçleri düzenli olarak gözden geçirilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde, biyomimikri odaklı etkinliklerin öğrencilerin "21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri" ile "Yaratıcılık" becerileri üzerindeki etkisini ölçen verilere ve Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ile görüşme formundan elde edilen verilere yönelik bulgulara yer verilmiştir. Ayrıca, sınıf gözlem formunun incelemesi de bu bölümde yer almaktadır.

Nicel ve nitel verilerin toplanarak sonuçların birlikte yorumlandığı karma yöntem araştırması olarak yürütülen bu çalışmada, araştırmanın ana problemi olan "Ortaokul beşinci ve yedinci sınıf fen bilimleri derslerinde gerçekleştirilen biyomimikri odaklı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin 21.yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ile yaratıcılık becerilerine etkisi nasıldır?" sorusundan yola çıkarak oluşturulan 10 alt probleme ilişkin elde edilen bulgular aşağıda sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın birinci problemi: Fen Bilimleri dersinin biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği ortaokul 5. sınıf deney grubu öğrencileri ile 7. sınıf deney grubu öğrencileri arasında, yaratıcılık ölçeği son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

Çalışmanın birinci alt problemi için yapılacak analizlerde deney gruplarına ait yaratıcılık ölçeği ön-test puanlarının araştırmaya kovaryent olarak dahil edilmesinin, çalışmanın güvenilirliği ve geçerliğine hizmet edeceği düşünülmüştür. Bu nedenle 5.sınıflar deney grubu ile 7.sınıf deney grubu yaratıcılık ölçeği son test puanları arasında anlamlı farkın olup olmadığını belirlemek için Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılmasına karar verilmiştir.

ANCOVA, iki ya da daha fazla grup varlığında bir bağımsız değişkenin bir bağımlı değişken üzerindeki etkisi incelenirken bağımlı değişkeni etkileyen başka bir değişkenin

(covariate) etkisinin kontrol edildiği bir analiz yöntemidir (Huitema, 2011). Ayrıca ANCOVA katılımcıları farklı gruplara seçkisiz atayamadığımız, yalnızca var olan grupları kullanmak zorunda kaldığımız durumlarda da oldukça kullanışlıdır (Pallant, 2016). ANCOVA analizinin yapılabilmesi için öncelikle gerekli olan varsayımlar kontrol edilmiştir.

Beşinci sınıflar deney grubu ile yedinci sınıf deney grubu yaratıcılık ölçeği puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları aşağıda Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14

Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri

Grup		N	\bar{X}	Ss	Min	Max	ÇK	BK
5.sınıf	Öntest	46	32.00	9.40	13	50	-.34	-.66
	Sontest	46	55.20	11.6	29	82	.02	-.22
7.sınıf	Öntest	24	30.20	10.2	9	54	-.03	.41
	Sontest	24	63.00	11.5	42	81	-.24	-.89

Yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanlarının normalliğini belirlemek amacıyla çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde belirtilen değerler -1 ile +1 arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için grup büyüklüğünün 50'den az olması sebebiyle Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 15'te normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 15

Deney Grubu Öğrencileri Yaratıcılık Ölçeği Puanlarına Ait Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
5. sınıf deney grubu	Ön Test	.96	46	.13	.14	46	.31
	Son Test	.99	46	.95	.07	46	.96
7. sınıf deney grubu	Ön Test	.97	24	.86	.08	24	.99
	Son Test	.95	24	.36	.12	24	.87

Tablo 15'e göre, yaratıcılık ölçeği ön test ve son testleri kullanılarak yapılan normallik analizleri sonucunda, 5.sınıf ve 7.sınıf deney gruplarına ait yaratıcılık ölçeğine dair ön-test ve son-test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p > .05$).

Normallik varsayımını karşılayan gruplarda yaratıcılık ölçeği puanlarının homojen dağılıp dağılmadığını bulmak için “Levene’s Test of Equality of Error Variances (Levene Hata Varyansları Eşitliği Testi)” testi yapılmış olup sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16

Deney Grubu Öğrencilerine Ait Yaratıcılık Ölçeğine Ait Puanların Varyansların Homojenliği- Levene’s Testi Sonuçları

Boyutlar	Levene’s Test	
	F	p
Yaratıcılık Ölçeği (son test)	0.029	0.86

Tablo 16’da Levene’s testi ile yapılan analiz sonucunda yaratıcılık ölçeğine ait puan dağılımlarının varyanslarının homojen olduğu görülmüştür [Levene’s $F=,029$, $p>,05$]. Yaratıcılık ölçeği puanlarının normal dağılım gösterdiği ve sınıf düzeyine göre varyans homojenliği sağlandığı için parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Beşinci sınıf deney grubu öğrencileri ile yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık ölçeği puanları açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik yapılan parametrik testlerden tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17

Deney Grubu Öğrencilerinin Yaratıcılık Ölçeğinden Elde Edilen Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi (η^2)
Ön test	141.8	1	141.8	1.04	0.31	0.01
Sınıf	19.4	1	19.4	0.14	0.70	0.00
Toplam	8961.7	66				

Tablo 17’de görüldüğü gibi, ön-test puanları istatistiksel olarak kontrol altına alındığında, biyomimikri odaklı etkinlikleri içeren öğretime maruz bırakılan 7.sınıf deney grubu öğrencileri ile 5.sınıf deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık ölçeği son test puanları ortalaması arasında, kovaryans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark

bulunmamıştır [$F_{(1,66)} = 0,14$; $p > ,05$]. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, biyomimikri odaklı etkinliklerin, ortaokul beşinci sınıf ve yedinci sınıf deney gruplarının yaratıcılık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı söylenebilir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın ikinci problemi: Fen Bilimleri dersinin, biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

Biyomimikri etkinliklerinin yürütüldüğü deney grubunun yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanları arasındaki anlamlı farklılığın tespit edilmesi, deneysel olarak yürütülen bu çalışmanın etkililiği açısından önemli bir istatistik veridir. Bu amaçla deney grubu öğrencilerine ait yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanlarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik uygun analiz tekniğini bulmak için öncelikle yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanlarının normal dağılım göstermesi ve varyansların homojenliği varsayımları kontrol edilmiştir. Deney gruplarının yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanlarına ilişkin betimsel istatistik verileri Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18

Deney Grubu Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri

Grup		N	\bar{X}	Ss	Min	Max	ÇK	BK
Deney Grubu	Öntest	70	31.4	9.64	9	54	-.23	-.36
	Sontest	70	57.9	12.1	29	82	-.04	-.53

Tablo 18 incelendiğinde, çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmış ve ön-test çarpıklık katsayısı $-.23$ basıklık katsayısı $-.36$ iken son-test çarpıklık katsayısı $-.04$ basıklık katsayısı $-.53$ olduğu bulunmuştur. Bu değerler -1 ile $+1$ arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için grup

büyükliğünün 50'den fazla olması sebebiyle Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 19'da normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 19

Deney Grubu Öğrencilerine Ait Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Deney grubu	Ön Test	0.97	70	0.25	.11	70	.33
	Son Test	0.98	70	0.56	.06	70	.95

Tablo 19'da Kolmogorov-Smirnov değeri ise ön-test için ,33 son-test için ,95 olarak hesaplanmıştır. Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, deney grubu yaratıcılık ölçeğine ait son-test ve ön-test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p > .05$).

Normallik varsayımının test edildiği gruplarda yaratıcılık ölçeği puanlarının normal dağılım göstermesi sebebiyle parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda deney grubunun yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığının tespitine ilişkin bağımlı örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 20'de yer almaktadır.

Tablo 20

Deney Grubu Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Boyut	Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Etki büyüklüğü
Yaratıcılık Ölçeği	Ön Test	70	31.4	9.64	69.0	14.9	<.001	1.78
	Son Test	70	57.9	12.08				

Tablo 20'de deney grubunun ön-test puanlarının ortalaması 31,4 iken, uygulama sonrasında son-test puanlarının ortalaması 57,9 değerine ulaşmıştır. Bu sonuca göre, deney grubundaki öğrencilerin biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimden önce elde ettikleri yaratıcılık ölçeği puanlarıyla biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimden sonra elde ettikleri yaratıcılık ölçeği puanları arasında önemli ölçüde fark vardır [$\bar{X}_{\text{öñtest}} = 31,4$;

$\bar{X}_{\text{son-test}}=57,9]$. Yapılan t-testi sonuçlarına göre de yaratıcılık ölçeği puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$t_{(69)}=14,9$; $p<,05$]. Bu bulgudan yola çıkılarak yaratıcılık ölçeği puanlarının artmasında biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın gruplar arası etki büyüklüğü 1,78'dir. Bu durumda araştırmada elde edilen etki büyüklüğünün Cohen' e göre geniş bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Cohen, 1988).

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın üçüncü problemi: Fen Bilimleri dersinin, mevcut programa göre yürütüldüğü kontrol grubu öğrencilerinin yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

Kontrol grubu öğrencilerine ait Yaratıcılık Ölçeği ön test ve son test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik uygun analiz tekniğini bulmak için öncelikle Yaratıcılık Ölçeği ön-test ve son-test puanlarının normal dağılıp dağılmadığı çarpıklık ve basıklık katsayıları ile hesaplanmış ve ön-test çarpıklık katsayısı ,34 basıklık katsayısı ,32 iken son-test çarpıklık katsayısı ,18 basıklık katsayısı -,24 olarak bulunmuştur. Bu değerler -1 ile +1 arasında olduğundan dağılımın normal olduğu görülmüştür. Shapiro-Wilk değeri ise ön-test için ,45 son-test için ,62 olarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda kontrol grubunun Yaratıcılık Ölçeği ön-testinden aldıkları puanlar ile son-testinden aldıkları puanlara ilişkin bağımlı örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21

Kontrol Grubunun Yaratıcılık Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Boyut	Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Etki büyüklüğü
Yaratıcılık Ölçeği	Ön Test	46	29.7	9.68	45.0	6.00	<.001	0.88
	Son Test	46	41.7	8.58				

Tablo 21’de kontrol grubunun ön-test puanlarının ortalamaları 29,7 iken, uygulama sonrasında son-test puan ortalamaları 41,7 değerine ulaşmıştır. Bu sonuca göre, kontrol grubundaki öğrencilerin mevcut programa göre yapılan öğretimden önce elde ettikleri yaratıcılık ölçeği puanlarıyla mevcut programa göre yapılan öğretimden sonra elde ettikleri yaratıcılık ölçeği puanları arasında fark vardır [$\bar{X}_{\text{öntest}}=29,7$; $\bar{X}_{\text{sontest}}=41,7$]. Ayrıca, yapılan t-testi sonuçlarına göre yaratıcılık ölçeği puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$t_{(45)}=6,00$; $p<,05$]. Bu bulgudan yola çıkılarak yaratıcılık becerileri puanlarının artmasında mevcut programa göre yapılan öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Gruplar arası etki büyüklüğü 0,88 olarak hesaplanmış olup araştırmada elde edilen etki büyüklüklerinin geniş bir etkiye sahip olduğu söylenebilir (Cohen, 1988).

Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın dördüncü problemi: Fen Bilimleri dersinde biyomimikri odaklı etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile mevcut yöntemle derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin yaratıcılık ölçeği son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait yaratıcılık ölçeği son-test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik uygun analiz tekniğini bulmak için öncelikle yaratıcılık ölçeği son-test puanlarının normal dağılıp dağılmadığı incelenmiştir.

Tablo 22

Yaratıcılık Ölçeği Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri

Grup	N	\bar{X}	Ss	Min	Max	ÇK	BK
Deney Grubu	70	57.9	12.1	29	82	-.04	-.53
Kontrol Grubu	46	41.7	8.58	23	60	.18	-.24

Tablo 22’de incelendiğinde 116 öğrenciye ait çarpıklık ve basıklık katsayıları -1 ile +1 arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için normallik analizlerine bakılmıştır. Tablo 23’te normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 23*Yaratıcılık Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları*

Grup		Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Grup	Deney	.98	70	.56	.08	70	.71
	Kontrol	.98	46	.62	.09	46	.83

Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, deney grubu ve kontrol grubu yaratıcılık ölçeğine ait son-test puanlarının normal olarak dağıldığı Tablo 23'te görülmektedir ($p > ,05$).

Normallik varsayımını karşılayan gruplarda yaratıcılık ölçeği puanlarının homojen dağılıp dağılmadığını bulmak için "Levene's Test of Equality of Error Variances (Levene Hata Varyansları Eşitliği Testi)" testi yapılmış olup sonuçlar Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24*Yaratıcılık Ölçeği Son-test Puanlarına Ait Varyansların Homojenliği- Levene's Testi**Sonuçları*

Boyutlar	Levene's Test	
	F	p
Yaratıcılık Ölçeği	8.52	0.00

Tablo 24'te Levene's testi ile yapılan analiz sonucunda yaratıcılık ölçeğine ait puan dağılımlarının (Levene's $F=8,52$) varyanslarının homojen olmadığı görülmüştür ($p < ,05$). Deney ve kontrol gruplarına ait yaratıcılık ölçeği puanlarına ait varyansların homojenliği sağlanamasa da puanlar normal dağılım gösterdiği için parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda deney ve kontrol grubunun yaratıcılık ölçeği son-test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığının tespitine ilişkin bağımsız örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 25'te yer almaktadır.

Tablo 25*Deney ve Kontrol Grupları Yaratıcılık Ölçeği Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları*

Boyut	Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Etki büyüklüğü
Yaratıcılık Ölçeği	Deney Grubu	70	57.9	12.1	114	7.88	<.001	1.49
	Kontrol Grubu	46	41.7	8.58				

Tablo 25 incelendiğinde deney grubunda yer alan öğrencilere uygulanan biyomimikri odaklı etkinliklerin deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşturduğu görülmektedir. Yapılan t-testi sonuçlarına göre de yaratıcılık ölçeği puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$t_{(114)}=7,88$; $p<,05$]. Bu bulgudan yola çıkılarak yaratıcılık ölçeği puanlarının artmasında biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Gruplar arası etki büyüklüğü 1,49 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda araştırmada elde edilen etki büyüklüklerinin geniş bir etkiye sahiptir (Cohen, 1988). Diğer bir deyişle araştırmada test edilen biyomimikri odaklı etkinliklerle derslerin yürütülmesinin öğrencilerin yaratıcılıkları açısından etkisinin yeterince büyük olduğu söylenebilir.

Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın beşinci problemi: Fen Bilimleri dersinin biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği ortaokul 5. sınıf deney grubu öğrencileri ile 7. sınıf deney grubu öğrencileri arasında, 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri ölçeği son-test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

Çalışmanın beşinci alt problemi için yapılacak analizlerde deney gruplarına ait 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği ön-test puanlarının araştırmaya kovaryent olarak dahil edilmesinin, çalışmanın güvenilirliği ve geçerliliğine hizmet edeceği düşünülmüştür. Bu nedenle beşinci sınıflar deney grubu ile yedinci sınıf deney grubu 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği son-test puanları arasında anlamlı farkın olup olmadığını belirlemek için Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılmasına karar verilmiştir.

ANCOVA analizinin yapılabilmesi için öncelikle gerekli olan varsayımlar kontrol edilmiştir.

Beşinci sınıflar deney grubu ile yedinci sınıf deney grubu 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları aşağıda Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26

21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri

Grup		N	\bar{X}	Ss	Min	Max	ÇK	BK
5.sınıf	Öntest	46	3.64	0.36	2.83	4.58	-.004	.01
	Sontest	46	4.15	0.41	3.00	4.92	-.04	.03
7.sınıf	Öntest	24	3.67	0.53	2.33	4.75	-.20	.83
	Sontest	24	4.23	0.30	3.50	4.75	-.52	.09

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ön-test ve son-test puanlarının normalliğini belirlemek amacıyla çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde belirtilen değerler -1 ile +1 arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir.

Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 27'de normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 27

Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
5.Sınıf	Ön test	.99	46	.97	.06	46	.99
	Son Test	.97	46	.40	.09	46	.82
7. Sınıf	Ön test	.97	24	.73	.13	24	.81
	Son Test	.96	24	.59	.13	24	.79

Shapiro-Wilk testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, beşinci ve yedinci sınıflar 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeğine dair ön-test ve son-test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p>.05$).

Normallik varsayımını karşılayan gruplarda 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri puanlarının homojen dağılıp dağılmadığını bulmak için “Levene’s Test of Equality of Error Variances (Levene Hata Varyansları Eşitliği Testi)” testi yapılmış olup sonuçlar Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28

Deney Grubu Öğrencilerine Ait 21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerilerinin Varyansların Homojenliği İçin Levene’s Testi Sonuçları

Boyutlar	Levene’s Test	
	F	p
21.yy Becerisi (son test)	3.21	0.07

Tablo 28’de Levene’s testi ile dağılımların varyanslarının homojen olup olmadığı test edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri (Levene’s $F=3,21$) dağılımlarının varyanslarının homojen olduğu görülmüştür ($p>,05$). 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri puanlarının normal dağılım gösterdiği ve sınıf düzeyine göre varyans homojenliği sağlandığı için parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Beşinci sınıf deney grubu öğrencileri ile yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme beceri düzeyleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik yapılan tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

Deney Grubu Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğinden Elde Edilen Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi (η^2)
Ön test	.19	1	0.19	1.32	.25	.01
Sınıf	.09	1	.09	.65	.42	.01
Toplam	9.69	67				

Tablo 29’da görüldüğü gibi, ön-test puanları istatistiksel olarak kontrol altına alındığında, biyomimikri odaklı etkinlikleri içeren öğretime maruz bırakılan 7.sınıf deney

grubu öğrencileri ile 5.sınıf deney grubu öğrencilerinin 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği son test puanları ortalaması arasında, kovaryans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [$F_{(1,67)} = 0,65; p >,05$]. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, biyomimikri odaklı etkinliklerin, ortaokul sınıf düzeyi değişkenine göre 21.yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı söylenebilir.

Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın altıncı problemi: Fen Bilimleri dersinin, biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği deney grubu öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

Biyomimikri etkinliklerinin yürütüldüğü deney grubunun 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ön-test ve son-test puanları arasındaki anlamlı farklılığın tespit edilmesi, deneysel olarak yürütülen bu çalışmanın etkililiği açısından önemli bir istatistik veridir. Bu amaçla deney grubu öğrencilerine ait 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ön-test ve son-test puanlarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik uygun analiz tekniğini bulmak için öncelikle 21. Yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerisi ön-test ve son-test puanlarının normal dağılım göstermesi ve varyansların homojenliği varsayımları kontrol edilmiştir. Deney gruplarının 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği ön-test ve son-test puanlarına ilişkin betimsel istatistik verileri Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30

21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Deney Grubu Ön-test ve Son-test

Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri

Grup		N	\bar{X}	Ss	Min	Max	ÇK	BK
Deney Grubu	Öntest	70	3.65	0.42	2.33	4.75	-.09	.82
	Sontest	70	4.18	0.38	3.00	4.92	-.56	.23

Tablo 30 incelendiğinde, çarpıklık ve basıklık katsayıları ile hesaplanmış ve ve ön-test çarpıklık katsayısı $-.09$, basıklık katsayısı $.82$ iken son-test çarpıklık katsayısı $-.56$, basıklık katsayısı $.23$ olduğu bulunmuştur. Bu değerler -1 ile $+1$ arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 31’de normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 31

21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Deney Grubuna Ait Normallik Analizi Sonuçları

		Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Deney Grubu	Ön test	.98	70	.70	.08	70	.74
	Son Test	.97	70	.12	.10	70	.38

Tablo 31’de Kolmogorov-Smirnov değeri ise ön-test için $.74$ son-test için $.38$ olarak hesaplanmıştır. Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, deney grubu yaratıcılık ölçeğine ait son test- ön test puanlarının normal olarak dağıldığı söylenebilir ($p>.05$).

Normallik varsayımının test edildiği gruplarda 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği puanlarının normal dağılım göstermesi sebebiyle parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda deney grubunun 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığının tespitine ilişkin bağımlı örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 32’de yer almaktadır.

Tablo 32

Deney Grubunun Öğrencilerinin 21.yy Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına Ait t-testi Sonuçları

Boyut	Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Etki büyüklüğü
-------	------	---	-----------	----	----	---	---	----------------

21.yy becerisi	Ön Test	70	3.65	0.42	69.0	8.25	<.001	0.98
	Son Test	70	4.18	0.38				

Tablo 32’de deney grubunun ön-test puanlarının ortalamaları 3,65 iken, uygulama sonrasında son-test puan ortalamaları 4,18 değerine ulaşmıştır. Bu sonuca göre, deney grubundaki öğrencilerin biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimden önce elde ettikleri 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri puanlarıyla biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimden sonra elde ettikleri 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri puanları arasında fark vardır vardır [$\bar{X}_{\text{öntest}}= 3,65$; $\bar{X}_{\text{sontest}}=4,18$]. Ayrıca, yapılan t-testi sonuçlarına göre 21.yy öğrenme ve yenilenme beceri puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$t_{(69)} =8,25$; $p<,05$]. Bu bulgudan yola çıkılarak 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri puanlarının artmasında biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Deney grubu ön-test ve son-test 21.yy öğrenme ve yenilenme beceri puanları arasında oluşan anlamlı farkın derecesini belirlemek amacıyla Cohen’s d 0,98 olarak hesaplanmıştır. Buna göre etki büyüklüğünün geniş düzeyde bir etki olduğu söylenebilir (Cohen, 1988).

Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın yedinci problemi: Fen Bilimleri dersinin, mevcut programa göre yürütüldüğü kontrol grubu öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

Kontrol grubu öğrencilerine ait 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği ön-test ve son-test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik uygun analiz tekniğini bulmak için öncelikle 21.yy öğrenme ve yenilenme becerisi ön test ve son test puanlarının normal dağılıp dağılmadığı çarpıklık ve basıklık katsayıları ile hesaplanmıştır. Ön test çarpıklık katsayısı-,47 basıklık katsayısı -,42 iken son test çarpıklık katsayısı ,02 basıklık katsayısı -,76 olduğu bulunmuştur. Bu değerler -1 ile +1 arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Shapiro-Wilk değeri ise ön-test için ,18 son-test için ,55 olarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda kontrol grubunun yaratıcılık ölçeği ön-

testinden aldıkları puanlar ile son-testinden aldıkları puanlara ilişkin bağımlı örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33

Kontrol Grubunun 21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Boyut	Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Etki büyüklüğü
21.yy becerisi	Ön Test	46	3.75	0.43	45.0	1.45	0.15	0.21
	Son Test	46	3.90	0.59				

Tablo 33'te kontrol grubunun ön-test puanlarının ortalamaları 3,75 iken, uygulama sonrasında son-test puan ortalamaları 3,90 değerine ulaşmıştır. Bu sonuca göre, kontrol grubundaki öğrencilerin mevcut programa göre elde ettikleri 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri puanları arasında fark vardır [$\bar{X}_{\text{öntest}}= 3,75$; $\bar{X}_{\text{son-test}}=3,90$]. Ayrıca, yapılan t-testi sonuçlarına göre 21.yy öğrenme ve yenilenme beceri puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$t_{(45)}=1,45$; $p<,05$]. Bu bulgudan yola çıkarak 21.yy. öğrenme ve yenilenme becerileri puanlarının artmasında mevcut programa göre yapılan öğretim etkilidir. Bu çalışmanın etki büyüklüğü hesaplandığında gruplar arası etki büyüklüğünün 0,21 olduğu görülmüştür. Bu durumda araştırmada elde edilen etki büyüklüklerinin zayıf düzeyde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir (Cohen, 1988).

Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın sekizinci problemi: Fen Bilimleri dersinde biyomimikri odaklı etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile mevcut yöntemle derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği son-test puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini

belirlemeye yönelik uygun analiz tekniğini bulmak için öncelikle 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği son-test puanlarının normal dağılıp dağılmadığı incelenmiştir.

Tablo 34

21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Değerleri

Grup	N	\bar{X}	Ss	Min	Max	ÇK	BK
Deney Grubu	70	4.18	.38	3.00	4.92	-.56	.23
Kontrol Grubu	46	3.90	.59	2.67	5.00	.02	-.76

Tablo 34 incelendiğinde 116 öğrenciye ait çarpıklık ve basıklık katsayıları -1 ile +1 arasında olduğundan dağılımın normal olduğu söylenebilir. Verilere ilişkin daha açıklayıcı bilgiler elde edebilmek için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017). Tablo 35'te normallik analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 35

21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına Yönelik Normallik Analizi Sonuçları

Grup		Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Grup	Deney	.97	70	.12	.10	70	.38
	Kontrol	.97	46	.55	.09	46	.83

Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılarak yapılan normallik testi sonucunda, deney ve kontrol grubu 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğine ait son-test puanlarının normal olarak dağıldığı Tablo 35'te görülmektedir ($p > .05$).

Deney ve kontrol gruplarında 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanlarının homojen dağılıp dağılmadığını bulmak için "Levene"s Test of Equality of Error Variances (Levene Hata Varyansları Eşitliği Testi)" testi yapılmış olup sonuçlar Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36

21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına Ait Varyansların Homojenliği Levene's Testi Sonuçları

Boyutlar	Levene's Test	
	F	p
21.yy Becerileri	14.1	<.001

Tablo 36'da Levene's testi ile yapılan analiz sonucunda 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeğine ait puan dağılımlarının (Levene's $F=14,1$) varyanslarının homojen olmadığı görülmüştür ($p<,05$). Deney ve kontrol gruplarına ait 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanlarına ait varyansların homojenliği sağlanamasa da puanlar normal dağılım gösterdiği için parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda deney ve kontrol gruplarının 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği son-test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığının tespitine ilişkin bağımsız örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 37'de yer almaktadır.

Tablo 37

21.Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Son-test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Boyut	Grup	N	\bar{X}	sd	df	t	P	Etki büyüklüğü
21.yy becerileri	Deney Grubu	70	4.18	.38	114	3.02	.00	.57
	Kontrol Grubu	46	3.90	.59				

Tablo 37 incelendiğinde deney grubunda yer alan öğrencilere uygulanan biyomimikri odaklı etkinliklerin deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşturduğu görülmektedir. Yapılan t-testi sonuçlarına göre de 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$t_{(114)}=3,02$; $p<,05$]. Bu bulgudan yola çıkılarak 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanlarının artmasında biyomimikri odaklı olarak yapılan öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın etki büyüklüğü hesaplandığında gruplar arası etki büyüklüğü 0,57'dir. Bu

durumda araştırmada elde edilen etki büyüklüklerinin zayıf bir etkiye sahip olduğu söylenebilir (Cohen, 1988).

Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın dokuzuncu problemi: Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında ‘biyomimikri’ kavramına yönelik Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ile belirlenen kavramsal gelişimleri nasıldır?

Ön-test ve son-testte, öğrencilerin ‘biyomimikri’ kavramına yönelik kavramsal gelişimleri ölçen veriler analiz edilmiş ve benzer cevaplar bir araya getirilmiştir. Bazı kelimeler anlamlı olmama, konuyla alakasız olma gibi sebeplerle diğer kelimelerle birleştirilmemiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ön testte verilen cevap kelimelerin %16’sı (28 kelime) son testte verilen cevap kelimelerin %1’i (3 kelime) kategorilere dahil edilmemiştir (Kostova ve Radoynovska, 2010). Bu kelimeler araştırmanın niteliği yönünden ön test için Tablo 38’den, son test için Tablo 39’dan çıkarılmış, ancak her bir kategorinin değerlendirmesinin yapılmasının ardından ilgili yorumlar bölümünde belirtilmiştir.

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Ön-test Analizi

Biyomimikri kavramıyla ilişkili ön testten toplam 172 cevap kelime elde edilmiştir. Anlamlı bulunmaması ve tekrar etmesi sebebiyle yapılan eleme sonucunda geriye kalan 61 farklı kelime dört kategoriye dağıtılmıştır. Her bir kategorideki kelimeler listelenmiş ve tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 38

Öğrencilerin “Biyomimikri” Kavramına İlişkin Bağımsız Kelime İlişkilendirme Ön-testinden Elde Edilen Yanıtlarının Kategorilere Göre Dağılımı

No	KODLAR	KATEGORİLER	TOPLAM FREKANS
1	matematik		
2	bilmek		

3	çok bilmek	Bilim	19
4	araştırma		
5	zekâ		
6	atom		
7	mıknatıs		
8	strateji		
9	teknoloji		
10	döngü		
11	dönüşüm		
12	fen konusu		
13	benzetim		
14	deney yapmak		
15	bilim dalı		
16	mikroskop		
17	soru		
18	laboratuvar		
19	astronomi		
20	bitki taklidi		
21	canlı taklidi		
22	mimik		6
23	mimari yapı	Doğadan İlham Alma	
24	beklenti		
25	çözüm		
26	ağaç		
27	hücre	Canlılar	24
28	birbirine benzeyen canlılar		
29	mikroskopik canlı		
30	bitki		
31	yeşil		
32	fidan		
33	hayvan		
34	bakteri		
35	mikroorganizma		
36	salyangoz		
37	bukalemun		
38	ahtapot		
39	böcek		
40	kaktüs		
41	canlı çeşitliliği		
42	canlı türleri		
43	canlılar dünyası		
44	papağan,		
45	maymun		
46	yusufçuk böceği		
47	sincap		

48	sinek kuşu		
49	yaban hayvanları		
50	yaban hayatı		
51	çevre kirliliği		
52	doğa	Çevre	11
53	su		
54	çevre		
55	biyoloji		
56	doğal		
57	biyomedikal		
58	biyoçeşitlilik		
59	biyocanlı		
60	toprak		
61	atık		

Araştırmaya katılan öğrencilerin yanıtları Bağımsız Kelime İlişkilendirme ön-Testinden elde edilen verilerin analizi sonucunda dört kategoriye ayrılmıştır. Bunlar “Bilim, Doğadan İlham Alma, Canlılar ve Çevre” şeklinde sıralanmıştır. Her bir kategoride yer alan kodlar ve frekanslar Tablo 38’de gösterilmiştir. Bazı kelimeler anlamlı olmama, konuyla alakasız olma gibi sebeplerle tabloya dahil edilmemiştir. Biyomimikri kavramına ilişkin ön testten elde edilen veriler 172 kelime, 61 farklı kod ve dört kategoride toplanmıştır. En sık tekrar eden kelimeler “*bitki ve hayvan taklidi (f=24)*, *hayvan (f=17)*, *hastalık (f=11)*, *bitki (f=10)*, *biyoloji (f=8)*, *doğa(f=8)*, *canlı (f=6)* ve *mikrop (f=6)*” olmuştur.

Aşağıda her bir kategoriye ait yapılan yorumların ardından öğrencilerin biyomimikri kavramıyla ilgili yazdıkları örnek cümlelere yer verilmiştir. Bazı öğrencilerin cümle yazmakta zorlandıkları dikkat çekmiştir. Genel olarak “bilim” ve “canlılar” ile ilgili cümleler kurdukları tespit edilmiştir.

1.Kategori: Bilim

Bu kategoride öğrencilerin en çok fen (f=5) ve bilim (f=4) kelimelerini tekrar ettikleri görülmüştür. Aşağıda “bilim” kategorisine ait Bağımsız Kelime İlişkilendirme ön-testinden elde edilen örnek cümlelere yer verilmiştir:

“Biyomimikri kelimesinin fen ya da tıp alanında bir terim olduğunu düşünüyorum.”

(5.sınıf deney grubu 1)

“Bugün fen dersinde biyomimikrinin anlamını öğrendik.” (5.sınıf deney grubu 1)

“Fen dersinde konumuz biyomimikriydi. (5.sınıf deney grubu 1)

“Biyomimikriye örnek olarak, hastalık, bilim, biyoloji, teknoloji verilebilir.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Biyomimikri ne demek bilmiyorum.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Biyomimikri fen ve bilim kavramlarını çağrıştırıyor.” (7. sınıf deney grubu)

Bu kategoride öğrenciler bilim ve teknoloji alanlarına vurgu yapmaktadır. Örneğin, “*matematik, bilmek, çok bilmek, araştırma, zekâ*” gibi kelimeler, bilgi ve bilgiye ulaşma sürecine işaret ederken “*atom, mıknatıs, strateji*” gibi kelimeler ise fizik ve mühendislik alanlarının temel kavramlarını çağrıştırmaktadır. Teknolojinin gelişimini “*teknoloji, döngü, dönüşüm*” gibi kelimeler ifade etmektedir. Araştırma sürecine işaret eden kelimeler ise “*fen konusu, benzetim, deney yapmak, bilim dalı, mikroskop, soru, laboratuvar*” olarak tespit edilmiştir.

2.Kategori: Doğadan İlham Alma

Öğrencilerin “biyomimikri” anahtar kavramına verdikleri cevap kelimelerin “doğadan ilham alma” kategorisi sınırlı sayıda cevap almış ve en düşük frekansa sahip olan kategori olarak tespit edilmiştir (f=6). Aşağıda “doğadan ilham alma” kategorisine ait Bağımsız Kelime İlişkilendirme ön-testinden elde edilen örnek cümleye yer verilmiştir:

“Biyomimikri doğadan ve hayvanlardan örnek alınarak yapılan ürünlere denir. Helikopter, bir biyomimikri örneğidir.” (7. sınıf deney grubu)

Bu kategoride öğrenciler biyomimikrinin ana unsurlarından olan “*bitki taklidi*” ve “*hayvan taklidi*” kelimelerini vurgulayarak bitkilerin ve canlıların yapısının veya görünümünün taklit edilmesini vurgulamaktadır. “*beklenti, çözüm, mimik*” gibi biyomimikrinin diğer önemli unsurlarına da ifadelerinde yer vermişlerdir.

3.Kategori: Canlılar

Öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğrultusunda en yüksek frekansa sahip kategori “canlılar” kategorisi olarak tespit edilmiştir. Bu kategori için 24 farklı cevap kelime üretilmiştir. Bu kelimelerin toplam frekansı 71 olarak hesaplanmıştır. “Canlılar” kategorisinde en sık tekrar eden kelimeler “hayvan (f=17), bitki (f=10), canlı (f=6) ve mikrop (f=6)” olmuştur. Aşağıda “canlılar” kategorisine ait Bağımsız Kelime İlişkilendirme ön-testinden elde edilen örnek cümleye yer verilmiştir:

“Biyomimikri doğadan alınan örneklerdir.” (7. sınıf deney grubu)

Bu kategorinin analizi öğrencilerin biyomimikri kavramını en çok ‘canlılık’ kavramı ile ilişkilendirdiğini göstermektedir. Örneğin “*ağaç, hücre, bitki, fidan, hayvan, bakteri, mikroorganizma, salyangoz, bukalemun, ahtapot, böcek, kaktüs*” gibi kelimeler canlıların farklı türlerini, “*birbirine benzeyen canlılar, mikroskobik canlı, canlı çeşitliliği, canlı türleri, canlılar dünyası*” gibi kelimeler canlıların çeşitliliğini “*yaban hayvanları, yaban hayatı*” gibi kelimeler, canlıların doğal ortamlarını vurgulamaktadır.

4.Kategori: Çevre

Öğrencilerin biyomimikri anahtar kavramına verdikleri cevap kelimelerin “çevre” kategorisi altında çoğunlukla “*çevre (f=8) ve biyoloji (f=8)*” kelimelerine odaklandıkları görülmektedir. Aşağıda “çevre” kategorisine ait örnek cümleye yer verilmiştir:

“Doğadaki biyolojik olaylar, hayvansal atıkların geri dönüştürülmesi biyomimikri olabilir.” (7. sınıf deney grubu)

Bu kategoride öğrencilerin biyomimikri kavramını “doğal ortam ve çevre” ile ilişkilendirdiği görülmüştür. Doğal ortamın korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve doğal kaynakların kullanımının vurgulandığı “*çevre kirliliği, doğa, su, çevre, biyoloji, doğal, biyomedikal, biyoçeşitlilik, biyocanlı, toprak, atık*” gibi kelimeler sık tekrarlanan kelimeler arasındadır. Yine doğal ortamda yaşayan canlıları ve onların incelenmesini içeren “*biyoloji, doğal, biyomedikal, biyoçeşitlilik*” gibi kelimelere de öğrenciler cevaplarında yer vermiştir.

Ön testte yazılan fakat konuyla alakalı bulunmadığı için kategorilere dahil edilmeyen bazı kelimeler ise; “*geniş, büyük, eğitilmiş canlı, sessiz sinema, saygı, kukla, tiyatro, estetik, yüz ifadesi, araba, futbol, cips, canlılara saygı duyma, sınav, iletişim, hastalık, enfeksiyon, hobi, fobi, kurum, helikopter, mikro, mikrop, internet sitesi, eşya, ev, okul, ders*” olarak belirlenmiştir. Biyomimikri konusu genel yapısı itibarıyla fen derslerinde çok fazla bilgi ve kavram içermektedir. Örneğin, biyomimikri çalışmaları sıklıkla biyoloji, kimya, fizik, matematik ve mühendislik gibi farklı alanlardaki bilgileri bir araya getirmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin fen derslerinde biyomimikri kavramına ilişkin görüş bildirebilmesi için çok fazla bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Son-test Analizi:

Biyomimikri kavramıyla ilişkili son testten elde edilen toplam 273 cevap kelimedenden 177’si aynı kelimelerin tekrar etmesi sebebiyle birleştirilmiş, üç kelime konu dışı olduğundan kategorilere dahil edilmemiştir. Yapılan bu işlem sonucunda geriye kalan 93 farklı kelimenin dört farklı kategoriye dağılımı yapılmıştır. Her bir kategorideki kelimeler listelenmiş ve tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 39

Öğrencilerin “Biyomimikri” Kavramına İlişkin Bağımsız Kelime İlişkilendirme Son-testten Elde Edilen Yanıtlarının Kategorilere Göre Dağılımı

No	KODLAR	KATEGORİLER	TOPLAM FREKANS
1	canlı dünyası		
2	yaratıklar		
3	canavarlar		
4	canlılar	Doğa	26
5	yaşam		
6	ölüm		
7	üreme		
8	hayvan		
9	sürüngen		
10	memeli		
11	hastalık		
12	mikrop		
13	hayvanları incelemek		

14	bitki		
15	doğa		
16	doğayı sevmek		
17	özellik		
18	beyin		
19	insan		
20	dünya		
21	canlıların gelişimi		
22	orman		
23	çeşitlilik		
24	bakteri		
25	tavus kuşunun kuyruğu		
26	salyangoz		
27	doğadan ilham almak		
28	esinlenme	İlham alma	11
29	canlılardan esinlenmek		
30	doğadan esinlenmek		
31	doğadan fikir		
32	taklit		
33	hayvanlardan esinlenmek		
34	bitkilerden esinlenmek		
35	canlı taklidi		
36	benzetme		
37	ilham		
38	yaratıcılık		
39	tasarım	Tasarım	14
40	doğal icatlar		
41	doğadan icat		
42	üretim		
43	icat		
44	bilim		
45	buluş		
46	mucit		
47	hava yardımı		
48	uzay aracı		
49	araba		
50	proje		
51	hayvanlardan icat		
52	düşünmek		
53	fen		
54	teknoloji		
55	biyoloji	Fen bilimleri	9
56	kimya		
57	oksijen		
58	yaşam alanı		

59	çevre
60	çevre türü
61	bilgi

Araştırmaya katılan öğrencilerin Bağımsız Kelime İlişkilendirme son-test yanıtları elde edilen verilerin analizi sonucunda dört kategoriye ayrılmıştır. Bunlar “Doğa, İlham Alma, Tasarım ve Fen Bilimleri” şeklinde sıralanmıştır. Her bir kategoride yer alan kodlar ve frekanslar Tablo 39’da gösterilmiştir. Bazı kelimeler anlamlı olmama, konuyla alakasız olma gibi sebeplerle tabloya dahil edilmemiştir. Biyomimikri kavramıyla ilişkili 270 kelime, 61 farklı kod ve dört kategoride toplanmıştır. Her bir kategoriye ait yapılan yorumların ardından öğrencilerin biyomimikri kavramıyla ilgili yazdıkları örnek cümlelere yer verilmiştir. Bazı öğrencilerin cümle yazmakta zorlandıkları dikkat çekmiştir. Genel olarak “*esinlenme*” ve “*icat yapma*” kelimelerini içeren cümleler kurdukları tespit edilmiştir.

1.Kategori: Doğa

Öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğrultusunda en yüksek frekansa sahip kategori “doğa” kategorisi olarak tespit edilmiştir (f=26). Bu kategoride öğrencilerin en çok “*canlı* (f=23), *hayvan* (f=23), *doğa* (f=12) ve *bitki* (f=12)” kelimelerini belirttikleri görülmüştür. Aşağıda “doğa” kategorisine ait örnek cümleye yer verilmiştir:

“*Doğa ve çevre canlılar için önemlidir, bilim ve dünya bu konuda çalışıyor*”. (7.sınıf deney grubu)

“Doğa” kategorisine dair öğrenciler canlı dünyasını ve onun içindeki yaşamı, ölümü, üremeyi, hayvanları, sürüngenleri, memellileri, hastalıkları, mikropları, bitkileri, doğayı, doğayı sevmek gibi kavramları vurgulamaktadır. Öğrenciler “*salyangoz*” gibi özel bir hayvan türleri ile “*tavus kuşunun kuyruğu*” gibi özel yapılardan bahsederek, bahsedilen canlıya ait yapı ve fonksiyonun öğrenilmesi ve bu yapı ve fonksiyonun tasarımlarda uyarlanmasını vurgulamaya çalışmaktadır. Ayrıca biyomimikri etkinliklerinin gerçek hayatta kullanımını göstermek için deney grubuna uygulama öncesinde örnek projeler ve tasarımlar sunulmuş, öğrencilerin biyomimikri konusunun önemini ve kullanım alanlarını daha iyi anlamalarını sağlamak ve motivasyonlarını artırmak amaçlanmıştır. Bu esnada uçağın kanat tasarımına

tavus kuşunun kuyruğunun yapısının uyarlanması ile hava akımının yönünü daha etkili bir şekilde değiştirmenin mümkün olabileceğinden bahsedilmiştir. Bu verilen cevap kelime, derste sunulan örneğin öğrencilerin zihninde yer etmesiyle açıklanabilir.

2.Kategori: İlham Alma

“Biyomimikri” anahtar kavramına verdikleri cevap kelimelerin ‘İlham alma’ kategorisi altında en yoğun olarak taklit (f=11) kelimesinin tekrar ettiği görülmektedir. Ayrıca “*ilham* (f=7), *esinlenme* (f=7), *hayvanlardan esinlenmek* (f=6), *canlılardan esinlenmek* (f=5), *doğadan esinlenmek* (f=3)” frekansı yüksek kelimeler arasındadır. Aşağıda “ilham alma” kategorisine ait örnek cümlelere yer verilmiştir:

“Doğadan ya da hayvanlardan esinlenerek icat yapmak.” (5.sınıf deney grubu 1)

“Biyomimikri canlıları inceleyerek onlardan esinlenmek.” (5.sınıf deney grubu 2)

“İnsanların canlılardan ilham aldığı şey.” (5.sınıf deney grubu 2)

Bu kategoride yer alan kelimeler ve cümleler incelendiğinde insanların canlıları ve doğayı inceleme ve onlardan esinlenme süreci ifade edilmektedir. Örneğin, hayvanların vücut yapısından, bitkilerin yaprak şekillerinden, doğal malzemelerden ilham alınarak tasarımlar yapılabilir. Doğa; sanat, tasarım, teknoloji, moda gibi birçok alanda ilham kaynağı olarak kullanılmaktadır.

3.Kategori: Tasarım

“Tasarım” kategorisi için 14 farklı cevap kelime üretilmiştir. “*icat* (f=25)” kelimesi en yoğun tekrar edilen kelime olarak vurgulanmaktadır. Bu kelimelerin toplam frekansı 46 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca öğrencilerin büyük çoğunluğunun ‘tasarım’ kategorisine dair cümleler yazdığı dikkat çekmektedir. Aşağıda “tasarım” kategorisine ait örnek cümlelere yer verilmiştir:

“İnsanlar hayvanlardan esinlenerek kendi beyinlerini zorlayarak icat yapar.” (5.sınıf deney grubu 1)

“İcadımız basit bir fikirden çıkan büyük bir icat.” (5.sınıf deney grubu 1)

“Biyomimikri deyince benim aklıma buluş, icat, fen geliyor.” (5.sınıf deney grubu 1)

“Hayvanların en önemli özellikleri ile icat yapmak müthiş.” (5.sınıf deney grubu 2)

“İnsanların canlılardan ilham alarak yaptığı icatlar.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Biyomimikri kullanarak bir proje tasarladık.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Canlıyı taklit eden icat.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Doğadan ve hayvanlardan ilham alabiliriz.” (7.sınıf deney grubu)

“Canlılardan icat, keşfetmek.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Biyomimikri canlılardan esinlenerek yapılan icata denir.” (5.sınıf deney grubu 2)

“Canlıları ve doğadaki şeyleri taklit ederek yeni bir ürün tasarlayabiliriz.” (7.sınıf deney grubu)

“Doğadaki canlılardan ilham alarak tasarım oluşturmaya biyomimikri denir.” (7.sınıf deney grubu)

“Hayvan ve bitki taklidi düşünülerek icat edilir.” (7.sınıf deney grubu)

“Biyomimikri bitkiler, hayvanlardan doğadan ilham alarak icat yapılmasıdır.” (7.sınıf deney grubu)

“Biyomimikri hayvan yapılarına benzeyen tasarım icatlarıdır.” (7.sınıf deney grubu)

“Biyomimikri canlılardan hayvanlardan ilham alınan bir icattır.” (7.sınıf deney grubu)

“Biyomimikri doğadaki canlı ve bitkileri taklit ederek yapılan icatlara denir.” (7.sınıf deney grubu)

“Doğa ve hayvanlardan esinlenerek icat edilen teknolojiler.” (7.sınıf deney grubu)

“Fil hortumundan ilham alınarak su hortumu yapılabilir.” (7.sınıf deney grubu)

Tüm bu kelimeler ve cümleler incelendiğinde, bir şeylerin ortaya çıkarılması, yapılması veya oluşturulması ile ilgili olduğu görülmektedir. Öğrenciler “*yaratıcılık*” ve “*tasarım*” kelimeleri ile yeni fikirlerin ve çözümlerin ortaya çıkarılmasını ve nasıl çalışacağı veya nasıl kullanılacağı konusunda fikir sahibi olduklarını işaret etmektedir. Ayrıca “*doğadan icatlar*” kavramı ile doğanın sunduğu materyaller veya mekanizmalar kullanılarak yapılan şeyler ifade edilirken “*hayvanlardan icat*” kavramı ile de hayvanların yapısı veya davranışlarından ilham alınarak yapılan tasarımlar ifade edilmektedir.

4.Kategori: Fen Bilimleri

Öğrencilerin “biyomimikri” anahtar kavramına verdikleri cevap kelimelerin “fen bilimleri” kategorisi sınırlı sayıda cevap almış ve en düşük frekansa sahip olan kategori olarak tespit edilmiştir (f=9). Aşağıda “doğadan ilham alma” kategorisine ait Bağımsız Kelime İlişkilendirme son-testinden elde edilen örnek cümleye yer verilmiştir:

“Biyomimikri deyince aklıma fen dersi, proje ödevleri, taklitler, buluşlar geliyor.”

(5.sınıf deney grubu 2)

Öğrencilerin ön testte yazdıkları fakat anlamlı ve konuyla alakalı bulunmadığı için kategorilere dahil edilmeyen bazı kelimeler ise; “*sayı, önemli, belirti,*” olarak belirlenmiştir. Ön testte konuyla alakalı bulunmayan kelime sayısı 28 iken son testte bu sayı 3’e düşmüştür. Buna dayanarak öğrencilerin biyomimikri alanına dair kavramlar hakkında bilgi edindikleri söylenebilir.

Bağımsız Kelime İlişkilendirme ön-test ve son-testte yer alan cümle örnekleri incelenmiş ve aşağıda tablo halinde verilmiştir:

Tablo 40

Biyomimikri Kavramına İlişkin Ön-test ve Son-testte Yer Alan Cümle Analizleri

Herhangi bir kategoriye alınamayan cümle örnekleri	Bilimsel bilgi içeren cümle örnekleri
----------------------------------------------------	---------------------------------------

ÖN TEST	<p>-Vücudunda biyomimikri diye bir mikrop varmış.</p> <p>-Her şey yaşamak ve ölmek ile ilgili bir döngüdür.</p> <p>-Bitkilerin böceklerin yaşam alanı doğadır.</p> <p>-Biyomimikri bitkilerin içindeki bakteriler.</p> <p>-Biyomimikri hayvanlarını çok severim.</p> <p>-Biyomimikri adlı hayvan gördüm.</p> <p>-Bilim insanları biyomimikri adında bir mikroskopik canlı buldu.</p> <p>- Aklıma biyomimikri geldi.</p> <p>- Biyomimikri hayvanları konuşurma sanatıdır.</p> <p>- Doğada hayvanlar, bitkiler büyür.</p> <p>Hayvanlar, bitkiler çevremizdedir sürekli.</p> <p>Coğrafya onlarla kaplıdır.</p> <p>-Biyomimikriye örnek olarak, hastalık, bilim, biyoloji, teknoloji verilebilir.</p> <p>-Biyomimikri hastalığına kapıldım.</p> <p>-Biyomimikri iyidir.</p> <p>-Bu dünyada dev gibi yaratıklar var.</p> <p>-Taklit yapabiliriz.</p>	<p>-Biyomimikri kelimesinin fen ya da tıp alanında bir terim olduğunu düşünüyorum.</p> <p>-Biyomimikri fen ve bilim kavramlarını çağrıştırıyor.</p> <p>- Bugün fen dersinde biyomimikrinin anlamını öğrendik.</p>
SON TEST		<p>-Biz bitkilerden esinlenerek icat yaptık.</p> <p>-Biyomimikri sayesinde araba yaptık.</p> <p>-İcadımız basit bir fikirden çıkan büyük bir icat.</p> <p>-Canlıları ve doğadaki şeyleri taklit ederek yeni bir ürün tasarlayabiliriz.</p> <p>-Doğadan ve hayvanlardan ilham alabiliriz.</p> <p>-Doğadaki canlılardan ilham alarak tasarım oluşturmaya biyomimikri denir.</p> <p>-Biyomimikri bitkilerden, hayvanlardan, doğadan ilham alarak icat yapılmasıdır.</p> <p>-Biyomimikri doğadaki canlı ve bitkileri taklit ederek yapılan icatlara denir.</p> <p>-Biyomimikri canlıları inceleyerek onlardan esinlenmektir.</p> <p>-Biyomimikri kullanarak bir proje tasarladık.</p> <p>-Biyomimikri deyince aklıma fen dersi, proje ödevleri, taklitler, buluşlar geliyor.</p>

Tablo 40'da Bağımsız Kelime İlişkilendirme ön-test ve son-testte yer alan 'biyomimikri' kavramıyla ilişkili veriler incelendiğinde ön-testte daha yüzeysel ve bilimsel ifadeler içermeyen cümlelerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi olarak uygulama öncesinde öğrencilerin biyomimikri kavramına ve uygulamalarına ilişkin hazır bulunuşluklarının olmaması, bu nedenle de kavram yanılıklarının olduğu ve bilimsel olmayan cümleler kurdukları düşünülmüştür. Son testte ise bilimsel bilgi içeren cümle örneklerinin daha fazla yazıldığı görülmüştür. Benzer şekilde bilimsel ifade içermeyen veya yüzeysel bilgi içeren cümle örneklerinde belirgin bir azalmanın da olduğu tespit edilmiştir.

Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın onuncu problemi: Deney grubu öğrencilerinin fen bilimleri derslerinde biyomimikri etkinliklerinin kullanılmasına ilişkin görüşleri nelerdir?

Bu probleme cevap aramak için uygulamanın sonunda deney grubunda yer alan 10 öğrenciyle görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere sekiz adet yarı yapılandırılmış soru sorularak fen bilimleri dersinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi ve etkililiğine ilişkin görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Görüşme esnasında ses kaydı alınmış ve daha sonra kayıtlar yazılı doküman haline getirilmiştir. Araştırma sürecinde öğrencilerin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülen fen derslerine ilişkin olumlu ve olumsuz görüşleri, uygulama esnasında yaşadıkları güçlükler ve bunlarla baş etme yöntemleri, grup çalışmalarındaki rolleri ve sorumlulukları, uygulamanın akademik, sosyal ve yaratıcılıklarına katkısının olup olmadığı ve uygulamanın etkililiğine ilişkin algıları belirlenmeye çalışılmıştır. Her bir soruya verilen yanıtlar doğrultusunda kodlar elde edilmiştir. Öğrencilerin görüşme verilerinin kodlarından temalar elde edilmiştir. Sorulara verilen yanıtlara ait kod ve temalar raporlaştırılarak sunulmuştur.

Görüşme formu 1.soru: Fen Bilimleri derslerinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi sürecine ilişkin görüşleriniz neler?

Biyomimikri etkinlikleri ile yürütülen fen bilimleri dersine yönelik olarak öğrenci yanıtlarından elde edilen kodlar üç tema altında toplanmış olup Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41

Fen Derslerinin Biyomimikri Odaklı Etkinliklerle İşlenmesine Yönelik Görüşler

ÖRNEK CEVAPLAR	KOD	TEMA
----------------	-----	------

Öğretici	Öğrenme	
Birçok kişi icat yapacak	Bilgi edinme	
Değişik fikirler üretme	Tasarım	
Derslere katkı sağlıyor	Kalıcılık	
Daha fazla bilgi alıyoruz	Yeni fikirler	Bilişsel
İşlenen şeyler kafamda kalıyor	Yaratıcılık	
Daha fazla icat oluyor	Keşif	
İcatlarımız çoğalıyor	Öğreticilik	
Kalıcılık	Derslere katkı sağlama	
Yeni şeyler öğretiyor	Çabuk kavrama	
Bize katkı sağlıyor		
Aklımızda kalıcı oluyor		
Öngörü yeteneği	Eğlenme	
Daha çabuk öğreniyoruz	Kendini iyi hissetme	
Hayal gücümüzü artırıyor	Öngörü	Duyuşsal
Yeni icatlar keşfetme	Heyecan	
Yeni fikir ortaya koyma	Hevesli olma	
Yaratıcı düşünme	Hayal gücü	
İcat yapmanın heyecanı	Düşünce özgürlüğü	
Hazırlık yapma hevesi	Eğlenmek	
Düşünme özgürlüğümüz oldu		
Hayal gücüm arttı		
Eğlenceli bir aktivite	Çok uğraştırma	
Dersler eğlenceli geçiyor	Zaman alma	Olumsuz
Fen bilimleri daha iyi geliyor	Fazla Düşünme	
Eğlenceli		
Gerçek hayata aktarma düşüncesi		
Zaman alıyor		
Çok uğraştırıyor		
Düşünmek gerekiyor		

Tablo 41 incelendiğinde öğrenci cevaplarının büyük bir bölümü biyomimikri odaklı etkinlikle yürütülen fen bilimleri derslerinin öğrenmelerini kolaylaştırdığına, eğlenerek öğrendiklerine, bilgilerinin kalıcı olduğuna ve sürecin sonunda tasarım yapma konusunda kendilerine daha çok güvendiklerine dair yanıtlar içermektedir. Ö10 kod adlı öğrenci derslerin ilgi çekici ve eğlenceli olduğunu, bunun da birçok kişinin yaratıcı düşünme yeteneklerinde pozitif bir etkiye sahip olabileceğini “*eğlenceli geçiyor dersler ve belki bunlar ileride birçok kişinin icat yapmasına neden olacak*” şeklinde dile getirmiştir. Ö6 kod adlı öğrenci derslerin eğlenceli ve interaktif olması sebebiyle, kalıcı öğrenme imkânı sunmasını “*olumlu görüşlerim olarak dersin daha kalıcı olmasını sağlıyor aklımızda. Ama derste çok kısa sürede yapmamız bence olumsuz bir şey. Çünkü bir biyomimikri icat yapmak uzun uzun süre isteyen bir şey. Biraz düşünmemiz gerekiyor. Bence bir de onu gerçek hayata aktarmak daha güzel.*” şeklinde dile getirmiştir. Aynı zamanda Ö6 kod adlı öğrenci bilgilerin gerçek hayatta nasıl uygulanacağını düşünmesi gerektiğini ve bu yüzden derslerin daha

uzun süre devam etmesini istediğini ve bunun sonunda gerçek hayata uygulamanın daha anlamlı olacağını düşünmektedir. Ayrıca, biyomimikri etkinlikleri uğraştırıcı olabilmektedir çünkü bu etkinlikler öğrencilere pratik beceriler de verir. Öğrencilerin biyomimikri etkinliklerinde yapmaları gerekenler arasında, doğal sistemleri veya organizmaları analiz etmek, tasarım yapmak veya üretim yapmak gibi aktiviteler bulunabilir. Bu aktiviteler öğrenciler açısından çok fazla zaman ve enerji gerektirebilir. Bu duruma örnek olarak Ö3 kod adlı öğrenci görüşlerini *“olumlu olarak yani o işlediğimiz şeyler kafamda kalıyor. Biraz öyle bir eğlenceli olduğu için kafamda kalıyor. Olumsuz olarak çok uğraştırıyor.”* şeklinde dile getirmiştir.

Biyomimikri, doğal olayları ve olayların sonuçlarını incelemeye ve bunları tasarım veya teknolojiye kullanmaya odaklı bir alandır. Öğrenciler, biyomimikri konusunda eğitim alırken, doğal olayların ve canlıların nasıl çalıştığını ve bu bilgiyi nasıl kullanabileceklerini öğrenirler. Derslerde öğrendikleri bilgiyi uygulayarak, gerçek hayatta kullanabilecekleri bir tasarım oluşturabilirler. Katılımcıların büyük çoğunluğu, biyomimikri ile yürütülen fen derslerinin, bilgi edinmelerine ve yaratıcılıklarını geliştirmelerine katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Buna ilişkin Ö2, Ö7, Ö5 ve Ö8 kod adlı öğrenciler düşüncelerini aşağıdaki şekilde ifade etmişlerdir.

Ö2 kod adlı öğrenci: *“İcat yapmayı zaten seviyorum. Böyle olunca daha çok heyecanlanıyorum. Geçen haftadan söylediğinizden beri zaten sürekli bir hazırlık yapma hevesindeyim, bu yüzden ben bunu çok olumlu görüyorum.”*

Ö7 kod adlı öğrenci: *“Ülkemizde ya da dünyada böyle doğadan ilham alınarak yeni şeyler üretiliyor.”*

Ö5 kod adlı öğrenci: *“Bence çok büyük bir katkıda bulundu. Yani yaratıcı düşünme nasıl desem? Yeni fikirler ortaya koyma, değişik fikirler üretme yani. Yeni icatlar keşfedebilmek hani öngörü yeteneği yaratıcılık bunun gibi şeyler.”*

Ö8 kod adlı öğrenci: *“daha çabuk öğrenebiliyoruz hayal gücümüzü artırıyor ve daha fazla icatlar oluyor”*

Görüşme formu 2.soru: Fen Bilimleri derslerinde diğer üniteleri de biyomimikri odaklı işlemek ister miydiniz?

Fen bilimleri derslerinde diğer ünitelerin de biyomimikri odaklı işlenmesine yönelik olarak öğrencilerden elde edilen kodlar üç tema altında toplanmış olup Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42

Biyomimikri Etkinliklerinin Diğer Ünitelerde Kullanılması

ÖRNEK CEVAPLAR	KOD	TEMA
Evet çünkü dersler sıkıcı geçmezdi	İç açıcı	Duyuşsal
Evet çünkü dersler aklımızda daha kalıcı oldu	Eğlenceli	
Evet çünkü biyomimikri eğlenceli	Hayal gücü	
Evet çünkü dersler daha akılda kalıcı	Kalıcılık	Bilişsel
Evet çünkü hayal gücümüzü artırıyor	Ayrıntılı	Olumsuz

Tablo 42’de görüldüğü gibi öğrencilerin büyük çoğunluğu öğrenmelerinin kendisi için daha kalıcı olduğunu bu sebeple de diğer üniteleri de biyomimikri odaklı işlemek istediklerini ifade etmişlerdir. Görüşme kayıtlarında öğrencilerden biri düşüncelerini *“...çünkü bu ders yani daha aklımıza daha kalıcı oldu eğer başka ünitelerde yapılırsa onlar da kafamızda daha da kalıcı olacağını düşünüyorum”* şeklinde sunarken diğer öğrencilerden bazıları ise şu şekilde ifade etmiştir:

“...biyomimikri yaptığımızda aklımızda daha kalıcı oluyor. Bence öbür ünitelerde de böyle işlenmesi daha doğru olur.” (Ö6 kod adlı öğrenci)

“evet, dersler sıkıcı geçmezdi ve bu sayede” (Ö10 kod adlı öğrenci)

Ö6 kod adlı öğrenci, bilgiyi deneyimlemenin ve uygulamanın bilgiyi daha iyi anlamasına ve daha iyi hatırlamalarına olanak tanıdığını *“...peki neden (öğrendiklerinin) kalıcı olduğunu düşünüyorsun, sana onu düşündüren ne oldu örnek verebilir misin?”*

sorusuna verdiği yanıt ile şu şekilde açıklamıştır: *“ben kendi adıma şey çünkü ben deney yapmayı çok seven bir öğrenciyim. Evde bazen kendim deneyler yapıyorum. Deneyler aklımda kalıyor. Hiç unutmuyorum yani. Hatta dördüncü sınıfta yaptığım deney hala aklımda kalıyor.”* Bu ifade, öğrenmeye karşı öğrencinin öğrendiği bilgileri deneyler yoluyla somutlaştırarak daha iyi anladığını ve kalıcı bir şekilde öğrenmeye çalıştığını göstermektedir. Bu da öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif bir rol almasının önemine işaret etmektedir.

Fen derslerinde biyomimikri etkinlikleri esnasındaki aktiviteler öğrencilere hayal gücünü kullanmalarını gerektirir ve hayal gücünün gelişmesine katkıda bulunur. Ö8 kod adlı öğrenci bunu aşağıdaki şekilde belirtmiştir:

“...çünkü daha fazla olunca daha böyle katkısı olur bizlere. Hayal gücümüzün çok artmasını sağlar.”

Görüşme formu 3.soru: Doğadan ilham alarak tasarım oluşturma sürecinde yaşadığınız güçlükler neler?

Tasarım oluşturma sürecinde karşılaştıkları güçlüklerle yönelik olarak öğrencilerden elde edilen kodlar beş tema altında toplanmış olup Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43

Tasarım Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler

ÖRNEK CEVAPLAR	KOD	TEMA
Çizim sorunu vardı	Çizim	
Görüş ayrılığı	Bilgiye ulaşma	
Malzemelere erişim	Karar verme	Bilişsel
Bazı malzemeleri kullanabilme yetkim yok	Fikir bulma	
Sorun yok	Çok düşünme	
Bilgi edinmede zorluk yaşadım	Araştırma	
Karar verme	Görüş ayrılığı	
Hata yapma korkusu	Hata yapma korkusu	Duyuşsal
Mikroskop, elektrik araçları, piller sınıfta yok		
Fikir bulma		
Deney eşyaları biraz pahalı	Süre eksikliği	Zaman
Bilgi eksikliği		
Çok düşünme		
Düşünmek zorluğu		

Araştırmak	Malzeme eksikliği	
Zaman yetersizdi	Laboratuvar eksikliği	Mekân
Kırtasiyeler çok pahalı	Gürültü	
Malzemelerin olduğu bir yer		
Laboratuvar daha geniş ve iç açıcı		
Laboratuvar bana ilham veriyor	Malzemelere erişim	Ekonomik
Daha sessiz bir yer olabilirdi	Pahalılık	
Sınıf olsun		

Tablo 43 incelendiğinde öğrencilerin tasarım oluşturma süreçlerinde en fazla olumsuz etkisi olduğunu düşündükleri tema “*zaman*” olarak belirlenmiştir. Bu temayı öğrencilerin birçoğu “*süre yetmedi*” ve “*zaman eksikti*” şeklinde ifade etmişlerdir. Görüşme yapılan bir öğrenci zaman yetmediğini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

“-Zaman açısından bir güçlük yaşadınız mı?

-Yaşadık. Son güne yetiştirdik, oda zor oldu.

-Biraz geç mi başladınız?

-Evet, geç başladık” (Ö3 kod adlı öğrenci)

Zamanın yeterli olduğunu düşünen başka bir öğrencinin ifadeleri de aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

“-Peki zaman yeterli miydi?

-Zaman çalışanlara gayet yeterliydi

-Ne kadar sürede tamamladınız?

-Yaklaşık dört gün beş gün

-Dört beş gün kurguladınız, sınıfta tasarımınızı oluşturmanız ne kadar vaktinizi aldı?

-Bir iki ders civarında, yeterliydi.” (Ö2 kod adlı öğrenci)

Ö5 kod adlı öğrenci, doğadan ilham alacakları hayvanları belirlemek ve kullanım alanlarını bulmak için arama yaparken zorluklar yaşadıklarını aşağıdaki şekilde belirtmiştir:

“..öncelikle hayvanları, yaklaşık bir sürü hayvan belirledik. Bunları şu anda hatırlayamıyorum sanki yalnızca şimdi yaptığımı biliyorum. Şimdi hayvanı belirliyoruz fakat kullanım alanını bulamıyoruz. Ya da bir tane kullanım alanı arayalım diyoruz ya da bunu bulamıyoruz, hangi hayvan olduğunu bulamıyoruz. Böyle bir iki tane baktım bir ikisi tuttu ama bu da çok yararlı bir şey olmadı. Biz de en son en uygun olanı kendimizce bulduk. Zorluğu buydu...”

Laboratuvarlar öğrencilere teorik bilgileri pratik uygulamalarla birleştirerek öğrenmelerini sağlayan, öğrencilere gerçek hayatta nasıl uygulandığının gösterildiği, deney yapma, problem çözme ve araştırma becerilerini kazandırıldığı mekanlardır. Bu sayede öğrenciler fen bilimleri konularını daha iyi anlamış ve uygulama becerileri kazanmış olurlar. Görüşmeler esnasında da laboratuvarlar, öğrenciler tarafından ilham verici, iç açıcı, ihtiyaç duydukları malzemelerin bulunduğu mekanlar olarak tanımlanmıştır. Tasarım oluşturma sürecinde karşılaşılan zorluklar olarak laboratuvar eksikliğini belirten öğrencilerin ifadelerine aşağıda yer verilmektedir:

“Laboratuvar öncelikle daha geniş ve daha iç açıcı bir yer olarak geliyor bana. Sınıf normal bir derslik fakat laboratuvara gidince sanki dersten başka bir şey yapıyormuş gibi daha fazla bir ilham veriyor.” (Ö5 kod adlı öğrenci)

“Çünkü bizim sınıfımızda bildiğiniz gibi mikroskop şey elektrik araçları piller falan onlar bizim sınıfımızda yok. Laboratuvarda var da ihtiyacımız olan eşyaları bulabiliyoruz.” (Ö6 kod adlı öğrenci)

“Ö8 kod adlı öğrenci: ..sınıf yani fazla uygun değildi laboratuvarda yapılması daha uygun.”

Araştırmacı: *-neden?*

Ö8 kod adlı öğrenci: -çünkü orada daha ihtiyacımızı görecektir nesnelere var”

“..evet sınıfta yapılması pek uygun olmadığını düşünüyorum çünkü sınıfta pek malzeme yoktu laboratuvarda yapıldığında daha da malzeme olduğu için daha kolay olacağını düşünüyorum” (Ö9 kod adlı öğrenci)

“..mesela laboratuvar gibi bir yer olabilirdi hani daha fazla kitapların olduğu daha sessiz bir yer olabilirdi” (Ö2 kod adlı öğrenci)

Tasarımları oluşturma sürecinde öğrencilerin karşılaştığı bir diğer zorluk *“ekonomi”* teması şeklinde belirlenmiştir. Ö3 ve Ö6 kod adlı öğrenciler bu temaya ilişkin zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Aşağıda bu durumu açıklayıcı örnek ifadeye yer verilmektedir:

“..yani biz uygulamadığımız için ben biraz şey yapmadım. Ama başka arkadaşımız ekonomik zorluk çekebilir çünkü şu an şey... biraz deney eşyaları biraz pahalı” (Ö6 kod adlı öğrenci)

Görüşme formu 4.soru: Biyomimikri etkinliklerini grup arkadaşlarınızla gerçekleştirirken görüş alış-verişinde bulundunuz mu? Bu esnada görüş ayrılığına düştüğünüz oldu mu? Açıklayınız.

Grup etkinliklerini uygulamaları esnasındaki grup çalışmalarına yönelik olarak öğrencilerin tamamı grup arkadaşlarıyla görüş alışverişinde bulduklarını belirtmişlerdir. Yine bütün gruplarda görüş ayrılığı yaşandığı öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Ö10 kod adlı öğrenci aşağıdaki cümlelerle bu durumu ifade etmiştir:

Ö10 kod adlı öğrenci: *“-...ilk başta iki fikir arasında kalmıştık ama daha sonra tek bir fikirde buluşup fikir oluşturduk*

Araştırmacı: *-peki grubunuz kaç kişilikti?*

Ö10 kod adlı öğrenci: *-üç kişilik bir grup*

Araştırmacı: *-görüş ayrılığına düştüğünüz oldu mu?*

Ö10 kod adlı öğrenci: *-evet, bi konu hakkında baya bir konuştuktan sonra karar verdik yapacağımız şeyi.*

Araştırmacı: *-ne tür görüş ayrılıkları, paylaşabilir misin?*

Ö10 kod adlı öğrenci: *-hocam mesela hangi hayvandan örnek alacağımızı ilk başta düşündük. Sonra koala ve kertenkeleye karar verdik daha sonra da nasıl bir şey yapacağımız hakkında biraz tartıştık daha sonra da ürünümüzü tasarladık"*

Grup çalışmaları ile öğrenciler kendi fikirlerini paylaşıp diğer öğrencilerin fikirlerinden yararlandıklarını ifade etmiştir. Böylelikle araştırma yapma becerilerini kullanarak kendilerini geliştirebilirler ve farklı fikirlere saygı duymayı da öğrenirler. Ortaya çıkan görüş ayrılıkları aynı zamanda öğrencilerin kendi fikirlerini sorgulama ve çürütme yeteneğine sahip olmalarına da olanak tanır. Görüş ayrılığı yaşadığını belirten bir diğer öğrenci ifadelerine aşağıda yer verilmiştir:

Araştırmacı: *"Peki biyomimikri etkinliklerini grup arkadaşlarınızla gerçekteştirirken görüş alişverişinde buldunuz mu?*

Ö3 kod adlı öğrenci: *-evet hem de grup arkadaşlarımızla çok tartıştık yani.*

Araştırmacı: *-Peki bu görüş alişverişlerini esnasında görüş ayrılığına düştüğünüz oldu mu?*

Ö3 kod adlı öğrenci: *-Oldu çok oldu hem de*

Araştırmacı: *-Ne konuda mesela örnek verebilir misin?*

Ö3 kod adlı öğrenci: *-Birimiz dedi ki hani ahtapot kol yapalım. Birimiz dedik ki işte dut kalem yapalım, birimiz dedi ki mont yapalım falan filan çok zor anlaştık.*

Araştırmacı: *-yani fikir konusunda ayrılığa düştünüz?*

Ö3 kod adlı öğrenci: *-evet*

Araştırmacı: *-peki uygularken görüş ayrılığınız oldu mu?*

Ö3 kod adlı öğrenci: *-o da oldu evet mesela birimiz dedi ki sen dedi işte yazılarını yaz nasıl kullanıldığını falan sen dedik hani resmini çiz bende dedim maketini yapayım öyle ayırıştırıp ayrıca zor oldu."*

“Araştırmacı: -farklı fikirleri savunduğunuz oldu mu?”

Ö7 kod adlı öğrenci: -oldu birimiz başka bir şey düşünürken diğerimizde başka bir şeyi düşündük. İkimizin de kararlarını ikisini de yaptık. İkimizde hem onun istediği oldu hem benim istediğim oldu.”

Etkinlikler esnasında, Ö5 kod adlı öğrenci hem kendi fikirlerini ifade ettiğini hem de grup arkadaşlarının fikirlerini dinleme becerisi geliştirirken beyin fırtınası yaptıklarını;

“Araştırmacı: -Peki grup arkadaşınızla etkinlikleri gerçekleştirirken görüş alışverişinde bulundunuz mu?”

Ö5 kod adlı öğrenci -Evet. Mesela hangi hayvanı yapacağız? Belirlemeden şu andaki yapımına kadar... İşte kaç tane askeri nereye koyalım, kendi yaptığımızı örnek veriyorum. şu kadar askeri şuraya koyalım, taşları bu bölüme koyalım, şunu yapalım, bu şekilde yaparsak daha iyi olur, ki bu sadece okulda değil evde de bir plan çizip yapıp bir beyin fırtınası yapmıştık çizimlerde.” cümleleriyle ifade etmiştir.

Ders dışı saatlerde de grup arkadaşlarıyla görüş alışverişinde bulunarak fikirlerini paylaştıklarını ve tasarımlarını tamamladıklarını belirten Ö5 kod adlı öğrencinin ifadelerine aşağıda yer verilmiştir:

Araştırmacı: -...yani okul dışında da buluşup görüş alışverişinde bulundunuz

Ö5 kod adlı öğrenci: -teneffüste de yaptık, bir de telefon üzerinden ben bir çizim yapmıştım onu gönderdim onunla bir iki daha katkıda bulundu, bu şekilde tamamladık.

Araştırmacı: -...peki görüş ayrılığına düştüğünüz oldu mu?”

Ö5 kod adlı öğrenci: -görüş ayrılığına düşme...son şeyde bir tek son yapım aşamasında askerleri farklı yerlere koyabilir, bide taşlar olmaya bilir gibi bir sadece orada bir görüş ayrılığı..

Araştırmacı: -tasarım, şekil olarak öyle mi?”

Ö5 kod adlı öğrenci: -evet”

Grup çalışmaları sırasında üyeler arasında görüş ayrılığının olabileceği ancak, grup üyelerinin bu görüş ayrılıklarının sonunda ortak bir yol bulabildiğini Ö6 kod adlı öğrenci görüşmeler esnasında vurgulamıştır. Ayrıca, grup üyelerinin farklı bakış açılarının önemine ve bu bakış açılarının grup çalışmasının sonucunu nasıl etkileyebileceğine değinen cümleler aşağıda verilmiştir:

Araştırmacı: *"..yani görüş alışverişinde buldunuz.*

Ö6 kod adlı öğrenci: *-evet*

Araştırmacı: *-peki görüş ayrılığına düştüğünüz oldu mu?*

Ö6 kod adlı öğrenci: *-evet tabii ki de oldu böyle şeyler ama sonra da ortak bir yola vardık*

Araştırmacı: *-mesela örnek verebilir misin?*

Ö6 kod adlı öğrenci: *-mesela ben bir tane uçak yapmak istiyordum arkadaşım araba yapmak istiyordu arkadaşım arabayla uçağı birleştirelim dedi bizde ortaya güzel bir sonuç çıkardık bence böyle fikir fikirlerimizi birleştirdik ortak bir yola vardık."*

Görüşmede yer alan *"-biyomimikri etkinliklerini grup arkadaşlarınızla gerçekleştirirken görüş alışverişinde buldunuz mu? sorusuna, grup içerisinde karar alma sürecinde fikir ayrılıklarının olabileceği ancak tüm grup üyelerinin düşünceleri dikkate alındığını ise Ö7 kod adlı öğrenci "(görüş alışverişinde) bulduk hepimizin fikirlerini sırayla dinleyip uygun olanını yaptık" cümleleriyle belirtmiştir.*

Görüşme formu 5.soru: Fen bilimleri dersinde biyomimikri uygulamalarının derse ve okula karşı ilginizde önemli bir değişikliğe neden oldu mu?

Öğrencilere *"Fen bilimleri dersinde biyomimikri uygulamalarının derse ve okula karşı ilginizde önemli bir değişikliğe neden oldu mu?" sorusu yöneltilmiştir. Görüşme yapılan üç öğrenci derse ve okula karşı ilgilerinde bir değişiklik olmadığını belirtirken, diğer öğrenciler olumlu yönde değişiklik yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin derse ve okula*

İlgilerindeki olumlu yöndeki değişimin sebeplerini tespit etmeye yönelik elde edilen kodlar iki tema altında toplanmış olup Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44

Öğrencilerin Derse ve Okula Karşı İlgilerindeki Değişimin Nedenleri

ÖRNEK CEVAPLAR	KOD	TEMA
Fazla düşünmem gerekti		
Araştırmalara ilgi duydum	İlgi	İstek ve Motivasyon
Araştırmalara açık oldum	Sevgi	
Öğrenmemize katkı sağlıyor	Sosyallik	
Dersi eğlence olarak öğreniyoruz	Özgürlük	
Bilmediğim şeylerin hiç tahmin etmediğim şeylerden olduğunu öğrendim		
En iyi olma isteği		
Bir şeyler yapma isteği		
Hep kitap hep kitap sıkıcı olurdu		
Yaratıcılık seviyem arttı		
Deneyle çok yararlı	Yaratıcılık	
Fen dersini daha çok sevdim	Düşünce	Öğrenme ve Araştırma
Düşünce özgürlüğünü hissettim	Esinlenme	

Tablo 44 incelendiğinde öğrenciler “istek ve motivasyon” temasını dört farklı kod ile, “öğrenme ve araştırma” temasını da üç farklı kod ile açıklamışlardır. İstek ve motivasyon teması altında görüş bildiren öğrencilerin ifadeleri incelendiğinde Ö5 kod adlı öğrenciye *“biyomimikri uygulamaları sonrasında derse ve okula karşı ilgimde bir değişiklik olduğunu düşünüyor musun?”* sorusu yöneltilmiş ve *“evet düşünüyorum. Çünkü yani daha bir heyecan yapıyor sanki dersi gene böyle eğlence olarak öğreniyoruz. Yani ayrıca bir heyecan, ayrıca bir yapım isteği, ayrıca bir en iyi o olma isteği, hep bir yarış içinde... Bu da daha fazla bir okula yakınlık hissettiriyor”* cümleleriyle yanıt alınmıştır. Ö2 kod adlı öğrenci ise *“fen bilimlerini seviyordum ama biyomimikri sayesinde daha fazla sevdim.”* şeklinde ifade etmiştir. Bu yaklaşımın, öğrenciler için fen derslerini daha etkileşimli ve heyecan verici hale getirdiği ve konuya olan ilgilerini arttırmalarına olanak tanıdığına dair düşünceler geliştirdiği görülmektedir. Fen derslerinde yapılan biyomimikri etkinliklerini ‘deney’ olarak nitelendiren Ö6 kod adlı öğrenci, bu etkinliklerin aktif öğrenme fırsatı sunması, dersleri daha etkileşimli ve ilginç hale getirmesini *“-bence.. çok fazla yararı oldu. Bazı öğrenciler okula gelmeyi sevmiyor olabilir ama deney yapmayı çok seviyor olabilirler. Her öğrenciye bence hep kitap*

hep kitap hep kitap sıkıcı olabilir, bence deneyler çok yararlı oldu. Okul için.” cümleleriyle açıklamıştır. Fen derslerinde yapılan etkinlikler ve deneyler, öğrencilere okulun gerçek dünya ile ilişkisi hakkında fikir verir ve onların okulun daha anlamlı olduğunu görmelerine yardımcı olur. Öğrenciler, etkinlikleri gerçekleştirirken öğrendikleri bilgiyi gerçek dünya uygulamalarında kullanabileceklerini fark ederler ve okulun daha anlamlı olduğunu görürler.

“Öğrenme ve Araştırma” teması altında toplanan cevaplar incelendiğinde Ö10 kod adlı öğrenci derse karşı ilgisindeki artış sebebini “... *mesela böyle daha çok araştırma ilgisi duyma, araştırmalara açık olma, yaratıcılık seviyesi oldu*” şeklinde açıklarken, Ö7 kod adlı öğrenci, “...*hayvanlardan nasıl şeyler yapıldı mesela bilmediğim şeylerin hiç tahmin edemeyeceğim şeylerden olduğunu öğrendim.*” şeklinde açıklayarak doğadaki ve canlılardaki tasarımların insan yapımı sistemlerde kullanılmasını fark ettiği andaki hislerine vurgu yapmıştır.

Görüşme formu 6.soru: Fen bilimleri dersinde biyomimikri uygulamalarının öğrencilere katkıları nelerdir?

Biyomimikri odaklı etkinliklerin öğrencilere katkılarına yönelik olarak görüşmelerden elde edilen kodlar üç tema altında toplanmış olup Tablo 45’te verilmiştir.

Tablo 45

Biyomimikri Uygulamalarının Öğrencilere Katkısı

ÖRNEK CEVAPLAR	KOD	TEMA
Araştırma isteğim arttı	Araştırma isteği	Akademik
Çizim yeteneğim arttı	Sınavlara fayda	
Daha fazla sosyalleşmemizi sağladı	Yeni fikirler	
Daha çok icat bulabiliriz	Öğrenme	
Katkısı var çünkü zihni açıyor	Planlama	
Akademik, sosyal, yaratıcılık açılarından olumlu	Kalıcılık	
Arkadaşlık ilişkilerimizi güçlendirdi	Öğreticilik	
İcat geliştirebilme	Bilim insanı	
Hayal özgürlüğümüzü genişletti	Deney yapma	
Bilim insanı gibi davrandık	Hevesli olma	
Zihnimizi genişletiyoruz	Sosyallik	Sosyal
Düşünmemiz gelişti	İlişkileri güçlendirme	
Hayal gücüm arttı		
Planlama yaptık	Hayal gücü	

Bilmediklerimizi öğreniyoruz	Tasarım yapabilme	Yaratıcılık
Dersler akılda kalıcı oldu	Çizim	yeteneği
Deney yaparak öğrendik	Düşünme	
Sınavlara faydalı	Daha iyi tasarımlar	
İnsanı bilgilendiriyor	İcat geliştirme	
Daha iyi tasarımlar elde edebiliyorum		

Tablo 45 incelendiğinde, biyomimikri etkinliklerinin sağladığı katkılar öğrencilerin görüşleri doğrultusunda akademik, sosyal ve yaratıcılık teması altında incelenmiştir. Akademik açıdan Ö1 kod adlı öğrenci etkinliklerin kendisine sağladığı katkıyı “-*çünkü zihni açıyor*” şeklinde yorumlamıştır. Ö5 kod adlı öğrenci ise verileri gözden geçirme, araştırma ve tasarım sürecini “*bence katkı sağlıyor çünkü öncelikle düşünme açısından bildiğimiz beynimizdeki bildiğimiz verileri yeniden bir gözden geçiriyoruz. Eğer ki orada uygun bir şey bulamadıysanız araştırma sürecine koyuluyoruz. Bulduktan sonra bu sefer hangi malzemelerden yapabilirim, nelerden yapabilirim, nasıl yapabilirim, bunları geçiyorum. Onun en sonunda ise yapım aşamasında yine farklı bir şeyler çıkıyor bunları da yapmaya çalışıyoruz ve böylelikle kendi zihnimizi daha da genişletmiş oluyoruz. Bilmediğimiz belki bilmediğimiz başka bir şeyleri de öğreniyoruz.*” cümleleriyle ifade etmiştir. Ö10 kod adlı öğrenci “-*yaratıcılıkta bir etkisi olabilir. Araştırma isteği artabilir, çizim yaparak çalışıyorsa eğer çizim yeteneğini arttırabilir.*” cümleleriyle yaratıcılık becerisinin eğitim sürecinde geliştirilebileceğinden bahsetmektedir. Öğrenciler, yaratıcı düşünme tekniklerini kullanarak yeni ve benzersiz fikirler üretebilirler. Yalnızca Ö3 kod adlı öğrenci kendisinde yaratıcılık açısından bir değişiklik hissetmediğini şu şekilde ifade etmiştir:

Ö3 kod adlı öğrenci: “-*yani hepimiz yaratıcıyız hala öyleyiz, bir değişiklik yok aslında*”

Araştırmacı: -*daha önce de yaratıcı olduğunuzu düşünüyorsunuz*

Ö3 kod adlı öğrenci: -*evet, sadece hayata geçirdik yani*”

Ö4 kod adlı öğrenci bilimsel süreç becerilerini kullandıklarını şu şekilde ifade etmiştir:

Ö3 kod adlı öğrenci: “...*icat geliştirme düşüncesi mesela telefonunu geliştiren bir insanınki gibi bizim de bir icat geliştirme, yaratıcılık falan*

Araştırmacı: *-aslında bir bilim insanı gibi çalıştınız*

Ö3 kod adlı öğrenci: *-evet, bir şeyi düşünme, yapma, planlama bunları öğrendik”*

Fen bilgisi dersinde edindiği bilgilerin kalıcılığına vurgu yapan, bu sayede daha etkili öğrenmelerine olanak tanıyarak akademik başarısının arttığını düşünen Ö6 kod adlı öğrenci *“tabiki de var. Öğrencinin daha önce dediğim gibi dersin daha aklınızda kalabilmesini sağlıyor. Sınavlarda da sözlülerde de zorluk çekmiyoruz.”* şeklinde düşüncelerini belirtmiştir.

Fen derslerinde uygulanan biyomimikri odaklı etkinliklerin katkısı ‘sosyal’ başlıklı tema altında incelendiğinde, bu durumu açıklayan öğrenci görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

Ö9 kod adlı öğrenci: *“sosyal açısından olumlu, grup çalışması yani tek kişilik olsaydı yani karşı tarafın bilmediği bir şeyi belki sen biliyorsun. Onu öğreneceksin. Ya da senin bilmediğin birine karşı taraf biliyor. Bu şekilde grup çalışması olunca ikimizde iki kişi üç kişi dört kişi birleşiyor ve böylelikle daha iyi oluyor.”*

Ö6 kod adlı öğrenci: *“Bence (sosyal açıdan) katkısı var. Çünkü arkadaşlarımıza ortak bi yola yola varmaya çalışıyoruz.”*

Biyomimikri etkinlikleri ile öğrenciler doğal sistemler ve organizmaların tasarımını, üretimde veya teknolojiye kullanmalarının mümkün olabileceği fikirlerini geliştirebilirler. Bu fikirler, öğrencilerin hayal gücünü kullanmalarını gerektirir. Öğrencilerin hayal gücünü kullanmaları, hayal gücünün gelişmesine katkıda bulunur. ‘Yaratıcılık’ teması altında biyomimikri etkinliklerinin katkısına dair öğrenci görüşleri incelendiğinde, Ö9 kod adlı öğrenci: *“-çok katkısı vardır. Sosyalleşmemizi sağladı... bir de hayal özgürlüğümüzü de genişletti ve özellikle hayalimiz daha geniş olduğunda daha da çok icat bulabiliriz.”* ifadelerini kullanmıştır. Aynı öğrenciye, *“peki yaratıcılık açısından katkısı olduğunu*

düşünüyor musun? sorusu yöneltmiş ve “tabii ki de var. Çünkü zaten deney yaratıcılık yaratıcılıktan ibaret bir şey.” yanıtı alınmıştır. Deneyler, öğrencilere problem çözme, hipotez oluşturma, sonuçları analiz etme ve sonuçları kullanma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Deneyler öğrencilerin hayal güçlerini ve meraklarını uyandırabilir ve onların daha ilginç konular üzerinde araştırma yapmalarına ve öğrenmelerine neden olabilir. Biyomimikri, yaratıcılığı tetikleyebilir çünkü insanların doğadaki çeşitli sistemleri incelemesi ve bu sistemlerin nasıl çalıştığını anlaması için çalışması gerekir. Bu araştırmalar daha yaratıcı ve etkili çözümler bulmalarına yardımcı olabilir. Aşağıdaki ifadeler öğrencilerin yaratıcılıklarının geliştiğine dair fikir edindiklerini göstermektedir.

Ö7 kod adlı öğrenci: *“-evet eskiden mesela bazı şeyleri yapamazken bu biyomimikri sayesinde daha iyi tasarımlar elde edebiliyorum”*

Ö5 kod adlı öğrenci: *“-bence yaratıcılık en fazla olacak şey. Yani özellikle tasarım açısı. Şimdi önce bir şeyi düşünüyoruz maket ne yapsak, resim mi çizsek, anlatsak mı? Şimdi bunları da üçünü gözden geçirirken maket nasıl yapabilirim, neler ihtiyacım var? Çizim nasıl yapabilirim, nelere ihtiyacım var? Yazı nasıl yapabilirim, nasıl anlatabilirim? Bu yüzden de en iyi olanı seçiyoruz ve buradan da güzel bir yapı oluşturabiliyoruz bence bu yüzden de faydası var.”*

Görüşme formu 7.soru: Biyomimikri odaklı öğretimin diğer derslerde de uygulanmasını ister miydiniz?

Biyomimikri uygulamalarının diğer derslerdeki etkililiğine yönelik olarak öğrencilerin görüşlerinden elde edilen kodlar üç tema altında toplanmış olup Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46

Biyomimikrinin Diğer Derslerde Kullanılması

ÖRNEK CEVAPLAR	KOD	TEMA
----------------	-----	------

Olsun çünkü dersleri sevmemize katkısı olur	Dersleri sevme	
Olsun çünkü dersler daha eğlenceli olur	Eğlenceli bulma	Duyuşsal
Olsun çünkü biz aktifiz		
Olsun çünkü notlarımız biraz daha yükselir		
Olsun çünkü daha iyi zihnimde canlanıyor	Bilgilerin kalıcılığı	
Olsun çünkü dersler daha iyi aklıma yatıyor	Aktif öğrenme	Bilişsel
Türkçe, Sosyal Bilgiler, Matematik, Tüm dersler		
Olmasın çünkü; her derste sıkıcı olurdu	Sıkıcı	
Olmasın çünkü diğer derslerde evren, hayvanlar yok	Uygun değil	Olumsuz
Olmasın çünkü bu konu fen dersine özel		

Tablo 46 incelendiğinde, öğrenciler ‘bilişsel’ ve ‘duyuşsal’ temaları altında biyomimikri etkinliklerinin diğer derslerde de uygulanmasını istemektedir. Ö6 ve Ö7 kod adlı öğrenci Türkçe dersinde, Ö10 ve Ö7 kod adlı öğrenci Sosyal dersinde, Ö2 kod adlı öğrenci Matematik dersinde, Ö5 kod adlı öğrenci ise tüm derslerde biyomimikri etkinliklerine yer verilmesi yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu duruma sebep olarak da ders konularının kalıcılığının artmasını istediklerini ve notlarının yükselmesini istediklerini belirtmişlerdir. Ö2 kod adlı öğrenci *“çünkü biyomimikri çok eğlenceli bir konu hani sevmemiş derslerde de uygulanırsa o dersleri sevmemize katkısı olur diye düşünüyorum”* cümleleriyle görüşünü açıklamaktadır.

Ö9 kod adlı öğrenci: *“çünkü biyomimikri olunca daha iyi zihnimde canlanıyor ve daha iyi beynime yattığından diğer derslerde olmasını isterdim...mesela Türkçe olabilir Türkçe ve Sosyal’de olmasını isterdim.*

Araştırmacı: *-neden o derslerde olmasını istedin?*

Ö9 kod adlı öğrenci: *-çünkü yani çok zorlandığım dersler olduğundan dolayı olmasını isterdim biyomimikrinin”* cümleleriyle zorlandığını ifade ettiği ders konularını biyomimikri etkinlikleri ile daha kolay kavrayabileceğini belirtmektedir.

Biyomimikri, doğanın tasarımlarını ve işlevlerini insan yapımı sistemlerde kullanmayı içeren bir yaklaşım olarak dersleri daha etkileşimli ve ilginç hale getirmek için diğer derslerde de kullanılabilir. Fakat öğrenciler, aynı konuların farklı yollarla ele alınmasını bekler ve bu yüzden her derste aynı yaklaşımın kullanılmasının öğrenciler için sıkıcı olabileceğini Ö8 kod adlı öğrenci aşağıdaki şekilde açıklamaktadır:

Ö8 kod adlı öğrenci: *“Hayır istemiyorum bir dersteyle öyle kalsın*

Araştırmacı: *-neden peki?*

Ö8 kod adlı öğrenci: *-neden, çünkü bir ders yeterli bence... Bilmiyorum sıkar belki.”*

Ö6 kod adlı öğrenci ise, biyomimikri etkinliklerini sadece fen bilimleri dersi ile alakalı görmesi sebebiyle diğer derslerde kullanılmasının mantıklı olmadığını düşünmüş ve şu şekilde açıklamıştır:

Araştırmacı: *“-Peki biyomimikri odaklı öğretimin diğer derslerde de uygulanmasını ister miydin?*

Ö6 kod adlı öğrenci: *-Bence biraz biyomimikri yapmak fen dersi ile alakalı bi şey öbür derslerde olması biraz saçma geliyor bana açıkçası...Çünkü diğer dersler, fen bilimleri gibi evrenle alakası yok. Güneş.... Mesela Türkçe, Türkçe kelimeler, dil bilgisi falan onlardan ibaret ama fen bilimleri bütün evreni anlıyoruz icat yapabiliyoruz. Hayvanlardan esinleniyoruz hayvanları görüyoruz. “*

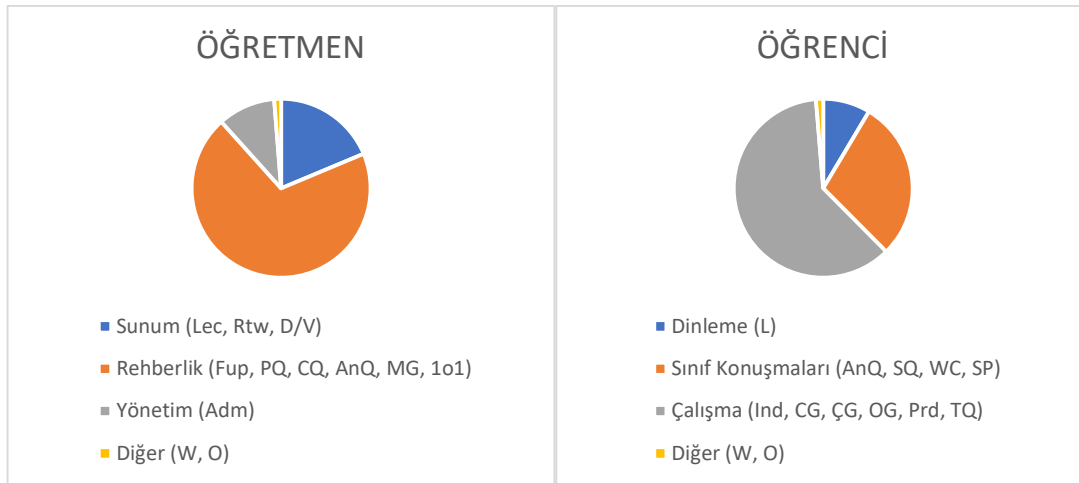
Görüşme formu 8.soru: Fen Bilimleri derslerinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi sürecine ilişkin eklemek istediğiniz görüş, öneri ve istekleriniz var mıdır? Varsa bunlar nelerdir?

Biyomimikri odaklı etkinliklerle fen bilimleri dersinin yürütülme sürecine ilişkin öğrencilerin çoğunluğu önerilerinin ve isteklerinin olmadığını belirtirken Ö2 kod adlı öğrenci *“biyomimikri fen dersinde bence tüm ünitelerde kısa da olsa olmalı”* cümleleriyle düşüncesini belirtmiştir. Ö5 kod adlı öğrenci ise *“benim öyle bir fikrim eklemek istediğin bir şey yok. Gayet güzel bir çalışmaydı, ben çok seviyorum”* şeklinde görüşmeyi sonlandırmıştır. Ö4 kod adlı öğrenci de *“Bence çok güzel bir etkinlik oldu. Ben bu etkinliklerin sürekli yapılmasını çok isterdim. O kadar”* diyerek görüşmeyi tamamlamıştır.

		0-2 dakika	2-4 dakika	4-6 dakika	6-8 dakika	8-10 dakika	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30
Öğrenci Aktiviteleri	Dinleme(L)	■	■													
	Bireysel Düşünme (Ind)			■												
	Clicker soruları tartışma-grup halinde (CG)				■											
	Çalışma kâğıdı doldurma (WG)															
	Diğer grup aktiviteleri (OG)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Soruları cevaplama (AnQ)		■	■	■											
	Soru sorma (SQ)							■	■							
	Tüm sınıf aktiviteleri (WC)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Deney ve gösteri hakkında tahmin (Prd)						■				■	■	■			
	Sunum yapma (SP)															
	Test/Quiz (T/Q)															
	Bekleme (W)															
	Diğer (O)				■										■	■
YORUMLAR																
Öğretmen Aktiviteleri	Ders anlatma (Lec)		■	■									■			
	Tahtaya yazı yazar, projektör kullanır (RtW)			■	■											
	Clicker sorular üzerinden sınıfı takip eder (FUp)				■											
	Clicker olmayan sorular sorar (PQ)															
	Clicker soru sorar (CQ)				■											
	Öğrenci sorularını cevaplar (AnQ)		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Rehberlik etme/ Dolaşma (MG)		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Birebir çalışma (1o1)							■	■			■	■	■		
	Video/Gösteri/Deney (D/V)															
	Ödev/test (Adm)														■	■
	Bekleme (W)															
Diğer(O)		■	■					■							■	
YORUMLAR																
Katılım	Düşük (L)															■
	Orta (M)		■	■												
	Yüksek (H)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
YORUMLAR																

Grafik 2

5.sınıf Deney Grubu 2-Sınıf Gözlemi



Üçüncü deney grubu olan yedinci sınıflarda gerçekleştirilen sınıf gözlem formundan elde edilen verilerle oluşturulan Grafik 3 analiz edildiğinde, öğretmenin ders saati boyunca, %67 oranıyla öğrencilere sunum yapmak yerine rehberlik faaliyetleri gerçekleştirdiği gözlemlenmektedir. Öğrenci gözlemleri ders sırasında zamanlarını %57 oranında çalışmaya ayırdıkları ve %73 oranında yüksek katılım sağladıkları şeklindedir. Sınıf gözlem formunda yer alan gözlemci yorumları, öğretmenin öğrencileri araştırmaya, keşfetmeye ve problem çözmeye teşvik ettiği, ders içeriğinin STEM alanlarına ait konuları kapsadığı ve öğrencilerin ilgi duyarak bu konularda aktif olarak çalışmalar yaptığı yönündedir.

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

“21. yüzyılın en büyük yeniliklerinin biyoloji ve teknolojinin kesiştiği noktada olacağını düşünüyorum. Yeni bir dönem başlıyor.”

Steve Jobs

Araştırmanın bu bölümünde Ankara ilinin merkez ilçesinde bulunan bir ortaokulda 5. ve 7. sınıflarda eğitime devam eden öğrencilere uygulanan 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği, Yaratıcılık Ölçeği ile Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ve Görüşme Formundan elde edilen sonuç ve yorumlar yer almaktadır. Veri toplama araçlarından elde edilen sonuçlar alan yazına dayalı olarak tartışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Araştırmanın Nicel Bulgularına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın temel amacı biyomimikri uygulamalarının 5. sınıf ve 7. sınıf öğrencilerinin 21.yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ve yaratıcılık becerileri üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığının incelenmesidir. Alan yazın incelendiğinde biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin yaratıcılık veya 21.yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri üzerinde etkisinin olup olmadığını tespit eden çalışmalar bulunmamaktadır. Bu nedenle bu bölümde, daha önce eğitimde biyomimikri uygulamalarını içerecek şekilde yapılan çalışmalara dayalı olarak araştırmanın sonuçlarının yorumlanmasına yer verilmiştir.

Yaratıcılık Ölçeği Puanlarına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sorularının cevaplarına yönelik elde edilen sonuçlar bu başlık altında tartışılmıştır. Araştırma kapsamında, ortaokul 5. sınıf ve 7. sınıf öğrencilerinin, biyomimikri odaklı etkinliklerin kullanıldığı Fen Bilimleri dersindeki yaratıcılık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı

araştırılmıştır. Yaratıcılık ölçeği ön testinin kovaryant olarak ele alınarak gerçekleştirilen ANCOVA analizi sonuçlarına göre, biyomimikri odaklı etkinliklerle işlenen Fen Bilimleri dersi sonrasında 5. ve 7. sınıf deney grupları arasındaki yaratıcılık ölçeği son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, 7. sınıf öğrencilerinin daha büyük yaşta olmaları göz önüne alındığında, biyomimikrinin yaşa bağlı olarak yaratıcılık üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna varılabilir. Biyomimikri odaklı etkinliklerin yaratıcılık üzerinde yaşa bağlı olarak bir etkisinin olup olmadığının araştırıldığı bu çalışmanın sonuçları, benzer çalışmalardan farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Çakır (2019) lisans öğrencilerinin biyomimikri farkındalığını araştırdığı çalışmasında uygulama sonrasında sınıf seviyeleri arasında farklılık oluştuğunu tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin mezuniyete yaklaştıkça biyomimikrinin kavramı ve hedefleri hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Ayrıca son sınıfa yaklaştıkça doğanın taklit edilerek teknolojinin doğru kullanımı ile yeni ürünler elde edilebileceği düşüncelerine daha fazla katıldıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin yaşlarına ve deneyimlerine bağlı olarak genellikle daha fazla konu ve kavramla karşılaşmaları ve daha kapsamlı bir bilgi birikimine sahip olmaları bu duruma sebep olarak gösterilebilir. Dolayısıyla da son sınıfa yakın öğrencilerin biyomimikri hakkındaki farkındalıklarının artması mümkündür. Bu sonuçlar, bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini ve biyomimikri odaklı etkinliklerin yaratıcılık üzerindeki etkisinin net olarak belirlenmesi için daha büyük örneklem grupları üzerinde çalışmalar yapılması gerektiğini göstermektedir.

Araştırmanın bir diğer problemi olan 'Fen Bilimleri dersinin, biyomimikri odaklı etkinliklerle işlendiği deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?' sorusuna cevap verebilmek için deney grubu öğrencilerine ait yaratıcılık ölçeği ön test ve son test puanlarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemeye yönelik uygun analizler yapılmıştır. Yapılan bu analizler sonucunda araştırmada biyomimikri odaklı etkinliklerle derslerin yürütülmesinin deney grubu öğrencilerinin yaratıcılıkları açısından etkisinin oldukça büyük olduğu görülmüştür.

Bu bulgular alan yazında yer alan biyomimikri konusunda eğitim almanın yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşan çalışmalarla örtüşmektedir (Fu et al., 2014; Mejía-Villa et al, 2023; Özdemir & Mirici, 2022; Snell-Rood et al., 2021; Yakışan & Velioğlu, 2019).

Biyomimikri uygulamaları öğrencilerde hayal etme, yaratıcı fikirler üretme ve tasarım ortaya koyma konusunda olumlu katkılar sağlamaktadır (Mejía-Villa et al, 2023). Bu sayede öğrenciler endüstri, sanatsal tasarım, mimari ve tekstil alanlarında özgün ortaya çıkarabilmekte ve bu yaratıcı fikirleri ileriki yaşamlarında da sürdürmek istemektedir (Sürgü, 2022). Literatürde yer alan araştırmaların sonuçları incelendiğinde biyomimikri uygulamalarının öğrencilerde akademik başarıyı artırdığı (Staples, 2005), duyuşsal eğilimler ve çevreye yönelik sorumlu davranışlar açısından olumlu katkı sağladığı (Kaya, 2022), bilişsel, psikomotor ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği (Gould et al., 2021; Yıldırım, 2019) görülmektedir.

Sınıflarda biyomimikri tasarımlarını desteklemek için, öğrencilerin yaratıcı olabilecekleri inancını güçlendirmenin kritik bir önemi bulunmaktadır. Eğer öğrenciler kendilerini tasarımcı olarak görebilirlerse, bu düşüncenin üst eğitim seviyelerine taşınma olasılığı daha yüksektir (Williams et al., 2019). Öğretmenlerin yaratıcılığı öğrencilerinde teşvik etmeleri için pedagojik eğitimlerinin yaratıcı düşünce süreçleri ve öğretim stratejilerine göre tasarlanması gerekmektedir. Williams ve diğerleri (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ilköğretim ve erken çocukluk eğitimi alanında öğretmen yetiştirme programında tasarım düşüncesini biyomimikri uygulamalarıyla birleştirerek öğrenme deneyimini zenginleştirmek amaçlanmıştır. Lisans üçüncü sınıf öğrencileri eyleme geçirilebilir bir sorun seçmiş, ekipler halinde çalışarak bir çözüm geliştirmiş ve bu çözümü paylaşmışlardır. Öğretmen adayları, söz konusu projeden edindikleri bilgilerin öğrencilerde olumlu değişiklikler yaratma potansiyeline sahip olduklarını vurgulamışlardır. Bu bağlamda, özellikle matematik ve bilim gibi alanlarda öğrencileri teşvik etmek için kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, programın, sınıftaki öğrencilerin ilgi ve yaratıcılıklarını artırarak bağımsız

öğrenciler haline gelmelerine, toplumsal sorunlara karşı sorumlu vatandaşlar olarak yetişmelerine ve çözüm üretme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olacağı konusunda olumlu bir algıya sahip olduklarını belirtmişlerdir.

21.yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Puanlarına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sorularının cevaplarına yönelik elde edilen sonuçlar bu başlık altında tartışılmıştır. Biyomimikri odaklı etkinliklerin Fen Bilimleri dersinde kullanıldığı ortaokul 5. sınıf deney grubu öğrencileri ile 7. sınıf deney grubu öğrencileri arasında, 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı sorusuna cevap aranmıştır. 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-testinin kovaryant olarak araştırmaya dahil edildiği ANCOVA analizi sonuçlarına göre, 5. ve 7.sınıf deney grupları 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği son-test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Diğer bir deyişle 7. sınıfların yaşının daha büyük olduğu düşünülerek, biyomimikrinin yaşa bağlı olarak 21.yy öğrenme ve yenilenme becerilerini etkilemediği sonucuna ulaşılabılır.

Deneysel olarak yürütülen bu çalışmanın etkililiği açısından önemli bir istatistik veri olan biyomimikri etkinliklerinin yürütüldüğü deney grubunun 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ön-test ve son-test puanları arasındaki anlamlı farklılığın tespit edilmesi için t-testi analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre, biyomimikri odaklı etkinlikler 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği puanlarının artmasında yüksek derecede etkiye sahip bulunmuştur. Benzer şekilde deney ve kontrol gruplarına ait 21.yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği son test puanlarına ilişkin yapılan t-testi sonuçları da deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara dayanarak, biyomimikri odaklı etkinliklerin, 21.yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerilerinin

geliştirilmesinde etkili olduğu ve deney grubunun, kontrol grubuna göre daha yüksek 21.yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerisi puanlarına sahip olduğu görülmektedir.

Günümüzde, 21. yüzyıl bilgi ve teknoloji çağı olarak nitelendirilmekte ve dijitalleşme hızla ilerlemektedir. Bu değişim, insanların farklı becerileri edinmesini ve mevcut becerilerin değişmesini gerektirmektedir. Öğrencilerin gerçek hayatta kullanabilecekleri bilgileri öğrenmeleri, yalnızca teorik bilgiye dayalı bir öğrenme yaklaşımıyla yeterli olmayacaktır. Öğrencilere projeye dayalı veya uygulamalı çalışmalar yoluyla gerçek hayatta kullanabilecekleri bilgileri öğrenme imkânı sağlanmalıdır. Bu sayede, öğrenciler bilgiyi anlama, uygulama ve yaratıcı çözümler üretme becerilerini geliştirebilirler ve iş dünyası veya toplumda gerçekleştirecekleri görevler için daha donanımlı hale gelirler (P21, 2015). Problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, etkili iletişim, araştırma-sorgulama ve iş birliği, günümüz dünyasında kişisel başarı ve toplumsal ilerleme için hayati önem taşımaktadır. Bu becerilerin geliştirilmesi, öğrencilerin gerçek dünya zorluklarını çözme gerekliliğinin farkına varmalarına yardımcı olabilir (Kolodner et al., 2003). Bu noktada biyomimikri tasarımları ve proje tabanlı etkinlikler, 21. yüzyıl becerilerini gelişimi için eğitimde fırsatlar yaratmaktadır (Gardner, 2012; Stevens et al., 2019).

2005-2006 eğitim-öğretim yılından bu yana benimsenen yapılandırmacı yaklaşım modeli, öğretimden çok öğrenme odaklıdır. Bu yaklaşımın benimsenmesiyle birlikte ders programları ve içeriklerinde önemli değişiklikler yapılmaya çalışılmaktadır. Yeni öğretim programları, yapılandırmacı yaklaşıma dayandığı için ders içerikleri ve işleniş biçimleri konusunda hem kitapları hazırlayanlara hem de öğretmenlere daha esnek ve özgür olabilme imkanları sunmaktadır (MEB, 2011). Bu esneklik, öğretmenlere öğrencilerin ilgi alanlarına ve öğrenme stillerine daha uygun öğrenme materyalleri ve araçları seçme fırsatı verdiği için öğrencilerin öğrenme sürecine daha fazla dahil olmalarını sağlayabilirler. Böylelikle öğrenciler öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk alarak kendi öğrenme hedeflerini belirleme ve bu hedeflere ulaşmak için kendi öğrenme stratejilerini kullanma fırsatı bulabilirler.

Öğrencilerin karşılaştıkları sorunları çözme becerilerinin geliştirilmesi, modern eğitim sisteminin önemli bir önceliğidir. Bu beceriler, öğrencilere sorunları tanımlama, bilgi toplama ve analiz etme, alternatif çözümler üretme, seçim yapma ve uygulama gibi adımları takip etme konusunda yardımcı olur. Öğrencilerin bu becerileri geliştirmeleri, onların özgüvenlerini artırır ve öğrenme sürecinde daha bağımsız ve özgür olmalarını sağlar. MEB, 21. yüzyıl öğrenci profili raporu (2011) öğretmenlerin ve yöneticilerin, öğrencilerin kendi sorunlarını çözebilmeleri konusunda benzer görüşlere sahip olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin yarısından fazlasının öğrencilerin mevcut eğitim programlarıyla kendi sorunlarını etkin bir şekilde çözebileceği önermesine 'hayır' yanıtı vermesi, öğrencilerin özgüvenlerinin geliştirilmesi ve problem çözme becerilerinin öğretilmesi gibi konularda daha fazla çalışılması gerektiğine işaret etmektedir. Yöneticiler de öğretmenlerle benzer şekilde yanıt vermiştir ve bu durum, eğitim programlarının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek için yeterli olmadığını düşündüklerini göstermektedir. Bu nedenle, eğitim programlarının gözden geçirilmesi ve öğrencilere 21.yüzyıl becerilerinden olan problem çözme becerilerini geliştirmeleri için daha fazla fırsat sunulması gerekmektedir. Biyomimikri projeleri, öğrencilere, ilgili bilgi kaynaklarını araştırmaları, doğru bilgi kaynaklarını seçmeleri, bu bilgileri etkili bir şekilde analiz etmeleri ve sonuçları açıklamaları için fırsat verir. Bu nedenle, biyomimikri konusunun ders planlarına dahil edilmesi, öğrencilerin sadece 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmakla kalmayıp aynı zamanda edinilen beceriler, öğrencilerin hayatları boyunca karşılaştıkları her türlü problemin çözümünde de faydalı olacaktır.

Okullarda biyomimikrinin fen eğitimine entegrasyonunu artırmadan öğretmen ve öğrencilerden inovasyonlar beklemek belki de değerli fırsatları kaçırmak olacaktır. Ayrıca öğrencileri 21. yüzyıl becerileri ile güçlendirerek onları yaşam boyu öğrenen üretken bireyler olarak hayata hazırlamak okulların hedefleri arasında olmalıdır. Fakat literatür incelendiğinde öğretmenlerin 21. yüzyıl becerilerine ilişkin bilgilerinin ve farkındalıklarının sınırlı olduğu ve bu becerileri önceden planlayarak günlük derslere entegre etmediklerini

gösteren çalışmalar dikkat çekmektedir (Louis, 2012). Bu da öğrencilerin bu önemli becerileri edinmelerini ve geliştirmelerini engelleyecektir. Bu noktada biyomimikri öğretmenlere 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi konusunda yardımcı olabilir.

Çağın gereksinimleri doğrultusunda sadece bilginin değil, belirli becerilerin de öğrenme ortamlarında kazandırılması önem kazanmıştır. 21. yüzyıl becerileri, bireylerin sahip olması gereken beceriler arasında yer almaktadır. Ancak mevcut araştırmalar, 21. yüzyıl becerilerinin dengeli bir şekilde öğretim programlarında yer almadığını ortaya koymaktadır (Atlı, 2019; Bektaş et al., 2019; Deveci et al., 2018; Kalemkuş, 2021). Öğretim programları incelendiğinde, öğrenme ve yenilik becerilerinin vurgulandığı, ancak yaşam, kariyer, bilgi, medya ve teknoloji becerilerinin göz ardı edildiği görülmektedir (Kalemkuş, 2021). Deveci, Konuş ve Aydı (2018) araştırmalarında, 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki kazanımların 21. yüzyıl yaşam becerileri (analitik düşünme, takım çalışması, karar verme, iletişim, girişimcilik ve yaratıcı düşünme) açısından analizini yapmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, iletişim, karar verme ve analitik düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik kazanımların daha yaygın olduğu, ancak girişimcilik, takım çalışması ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik kazanımların daha az bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak bu beceriler üzerine yapılan araştırmalar, becerilerin karmaşık yollarla birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Lai & Viering, 2012). Örneğin, eleştirel düşünme ve yaratıcılık sıklıkla bir arada ifade edilir. Yaratıcılık karar verme veya problem çözme aşamasında kritik öneme sahiptir. Benzer şekilde, analiz, sentez ve değerlendirme gibi eleştirel düşünme becerileri, yaratıcı sürecin temel bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Yaratıcı problem çözümede yaratıcı ve eleştirel düşünme becerileri arasındaki etkileşim esastır. Yeni bir fikir veya ürün üretme sürecinde de eleştirel düşünme becerileri gereklidir. 21. yüzyıl becerileri kompleks bir etkileşim ağı içinde olsa da bu becerilerin öğretimi için biyomimikri etkili bir yöntem olabilir (Ivanic et al., 2015).

Biyomimikri, doğayı koruma ve sürdürülebilirliğe duyarlılık yaratmak için bir araç olarak kullanılabilir bir yaklaşımdır (Amer, 2019). Biyomimikri uygulamalarının

çocuklarda 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkıda bulunarak geleceğin inovatif, çevre dostu ve sorunlara çözüm odaklı bireylerinin yetişmesine katkı sağladığı bilinmektedir (Avcı, 2019; Kandemir et al., 2022; Yakışan & Velioğlu, 2019). İklim değişikliği ve çevresel sorunlar gibi önemli problemlerin çözümünde, doğal dünya güçlü bir kaynak olarak kabul edilir. Ancak, bu sorunların çözümüne yönelik çalışmaların büyük ölçüde insan yapımı teknolojiler ve politikalar üzerine odaklandığı gözlenmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2018). Bu nedenle, doğal dünyanın potansiyel faydalarının tam olarak keşfedilmesi ve değerlendirilmesi, insanlar için daha sürdürülebilir bir gelecek oluşturmak açısından önemlidir. Biyomimikri yaklaşımı, gelecekte doğa ve insan arasındaki ilişkiyi daha iyi hale getirecek, doğa sever ve çevreye duyarlı öğrenciler yetiştirmeyi de amaçlamaktadır (Mburu & Silveira 2023; Staples, 2005). Son zamanlarda çocuk dergilerinde biyomimikri konusunun ele alınmasında artış olduğu görülmektedir (Demircioğlu, 2022). Çocuk dergilerinde biyomimikri konusuna yer verilmesi, çocukların doğaya olan ilgilerini artırarak çevreye duyarlılık ve sürdürülebilirlik bilinci kazanmalarına yardımcı olur (Rovalo et al., 2020). Bu sayede, çocuklar gelecekte karşılaşılabilecekleri zorluklara daha yaratıcı ve doğaya saygılı bir şekilde yaklaşabilirler.

Sonuç olarak, okullarda biyomimikrinin fen eğitimine entegrasyonu öğretmen ve öğrencilerin inovasyonlarını artırabilir. Öğrencilerin yaşam boyu öğrenen üretken bireyler olarak hazırlanması için 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Biyomimikri bu noktada 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve doğayı koruma ve sürdürülebilirliğe duyarlılık yaratmak için bir araç olarak kullanılabilir.

Araştırmanın Nitel Bulgularına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada fen bilimleri derslerinde biyomimikri etkinliklerinin uygulanması sonrasında öğrencilerin biyomimikri algılarındaki değişiklikleri belirlemek için Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır. Ayrıca, fen eğitiminde biyomimikri odaklı etkinliklerin kullanımına ilişkin öğrencilerin bilgi, beceri, algı ve bakış açılarının belirlenmesi amacıyla da yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda veri toplama

araçlarından elde edilen sonuçlar, mevcut literatür ışığında tartışılmış ve öneriler sunulmuştur.

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada, öğrencilerin 'biyomimikri' kavramına yönelik Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ile kavramsal gelişimleri belirlenmek istenmiştir. Bu amaçla deney grubu öğrencilerine ön-test ve son-test olarak Bağımsız Kelime İlişkilendirme testi (Independent Word Association Test) uygulanmıştır. Bu test ile öğrencilere 'biyomimikri' kelimesi verilerek aklına gelen ilk beş kelimeyi yazmaları istenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde ön testte elde edilen kod sayısı ile son testte elde edilen kod sayısı eşit görünse de ön testteki kelimelerin çoğunluğunun biyomimikriyle ilgili olmadığı gözlemlenmiştir. Son testin daha çok odak kavramla alakalı yanıtlar içerdiği ve bu yanıtların tekrar ettiği tespit edilmiştir. Ön test yanıtlarının analiz işlemleri sonucunda "Bilim", "Doğadan İlham Alma", "Canlılar" ve "Çevre" kategorileri oluşturulmuştur. "Doğa", "İlham Alma", "Tasarım" ve "Fen Bilimleri" kategorileri ise son testten elde edilen yanıtlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Burada önemli bir husus, ön testte öğrenciler tarafından hiç ele alınmayan ancak son testte yüksek frekansa sahip olan "bitkilerden" veya "hayvanlardan esinlenme" kavramlarıdır. Bu durum, biyomimikrinin amacı ve kapsamının öğrenciler tarafından anlaşıldığını göstermektedir. Ancak, bu kategori içinde biyomimikri için önemli olan "doğadan ilham alma" cevabının frekansının az olması, konunun tam olarak kavranmadığını düşündürmektedir. Öğrenciler çoğunlukla bitkiler ve hayvanlardan, özetle canlılardan ilham alınabileceğini vurgulamıştır.

Alan yazın incelendiğinde, benzer şekilde öğrencilerin sıklıkla organizmaların biçim veya davranışlarından ilham alan biyomimikri tasarımları oluşturmalarına rastlanırken, organizmaların yaşadığı doğal ekosistemden ilham alarak tasarımlar oluşturma eğiliminde olmadıkları görülmektedir (Qureshi, 2022). Oysaki doğal ortam veya doğal güzelliklerden de esinlenerek, yaratıcı fikirler veya çalışmalar yapmak mümkündür. Biyomimikri ile doğal çözümler taklit edilirken, bir balık yüzgecinden ilham alarak uçak kanat tasarımının

geliştirilmesi örneğinde olduğu gibi hayvanlardan ilham almakla kalmayıp aynı zamanda doğal ekosistemlerin yapısını ve işleyişini inceleyerek çevre ve enerji verimliliği açısından daha etkili çözümler bulmak mümkündür. Doğal su arıtma süreçlerine sahip ekosistemlerden ilham alan rafine atıksu arıtma sistemi (Vymazal et al., 2021), felaketleri azaltmak için çeşitli ekosistemlerden ilham alan ekstrem olay tahmin modeli (Bray & Wang, 2020) doğal ortamlardan esinlenen inovasyonlara örnek gösterilebilir. Öğrencilerin tasarımlarında doğadan ilham alan ürünlere yer vermemeleri, onların bu konudaki anlayışını geliştirmek için yeni yollara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi analizine göre, ön-testte fen bilimleri dersini işaret eden daha fazla kelime yer almaktayken, son-testte bu kelimelerin sayısı azalmıştır. Uygulama sonrasında ön teste kıyasla son testte daha az sayıda cevap kelimesinin verilmesi beklenen bir durumdur. Çünkü biyomimikri, sadece fen bilimleri derslerinde değil, diğer derslerde de uygulanabilir. Örneğin, Türkçe derslerinde, öğrencilerin doğal dil kullanımını incelemelerine ve doğal dil kullanımının tasarımını anlamalarına olanak tanır. Yine Türkçe dersi için biyomimikri kullanarak öğrencilerin dil öğrenirken duyuşal deneyimleri artırabilir. Örneğin, doğada sesleri tanıyarak ve taklit ederek öğrenen hayvan türleri örnek alınarak (karga, bülbül vs.), öğrencilerle ses örnekleri paylaşılabilir, öğrencilerin sesleri tanımaları ve taklit etmeleri teşvik edilebilir. Matematik derslerinde, ayçiçeklerinin fibonacci sıralarını, altın oranı incelemelerine ve bu yasaların uygulanmasına olanak tanır (Grob et al., 2007). Benzer şekilde kaya karıncalarından ilham alan matematiksel örnekleme tekniğini (Hunt Edmund R. et al., 2020) öğrencilerle paylaşmak mümkündür.

Çalışmada, deney grubuna uygulanan Bağımsız Kelime İlişkilendirme son-test bulguları incelendiğinde 'canlı, hayvan, doğa, mikrop, sürüngen' kavramlarının öğrenciler tarafından sıklıkla verildiği görülmüştür. Ayrıca 'tasarım' kategorisinde 'icat' kelimesinin en fazla tekrar eden kelime olduğu da dikkat çekmektedir. Biyomimikri uygulamaları yeni malzemeler, yapılar, araçlar ve cihazlar gibi birçok farklı ürünle sonuçlanmaktadır. Biyomimikrinin bu şekilde icatlarla ilişkili olması ve doğadaki organizmaların tasarımının

insanlar tarafından kullanılan ürünlere uyarlanabilecek potansiyele sahip olması, doğadan ilham alarak daha etkili, verimli ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilebileceği gerçeğine dayanmaktadır. Bu nedenle öğrenciler de biyomimikriyi insanlar tarafından geliştirilen icatlarla ilişkilendirme eğilimindedir. Öğrencilere Fen Bilimleri derslerinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi sürecine ilişkin görüşleri sorulduğunda da katılımcıların birçoğu 'icat yapmalarına' katkı sağlayacağı yönünde görüş bildirmiştir. Bu açıdan literatürde yer alan araştırmaların sonuçları incelendiğinde çalışmanın bulguları alan yazınla paralellik göstermektedir (Alperen, 2020; Yıldırım, 2019). Alperen (2020) çalışmasında 5.sınıf öğrencileri ile "bilim", "bilim insanı", "mühendislik" ve "mühendis" kavramları hakkında beyin fırtınası yaparak her bir kavramın öğrencilerde çağrıştırdığı kelimeleri listelemiştir. 'Bilim' kavramının öğrencilerde mikroskopik canlılar, sürüngenler ve robot kavramlarını çağrıştırdığı 'bilim insanı' kavramı öğrenciler tarafından deney yapan, araştırmalar yapan ve bir şeyler icat eden kişi olarak ifade edilmiştir. 'Mühendislik' kavramı hakkında öğrencilerin aklına çoğunlukla ev tasarlama, fikir ve proje üretme ve bir şeyler icat etme ile ilgili kavramların geldiği görülmüştür. Öğrenciler 'mühendis' kavramını ahşap veya diğer malzemeler ile ev yapan, maketler yapan ve fikir üreten kişi olarak belirtmiştir. Derste biyomimikri uygulamaları yapılmasının ardından öğrencilerin etkinlikte neler öğrendiklerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada da ortaokul 8.sınıf öğrencileri dijital uygulama olarak kelime bulutu hazırlamış ve "biyomimikri, canlı organizmalar, çekirgeler, karıncalar, uçuş böcekleri, kanatlar, tasarım, mühendislik, çevre bilinci, çevre kirliliği ve doğa" kelimeleri ortaya çıkarmıştır (Canbazoğlu Bilici et al., 2021). Araştırmada kelimelerin öğrenciler tarafından literatürde yer alan çalışmalara benzer şekilde ifade edilmesi, onların hem doğadan ilham alınan uygulamalar ile mühendislik tasarım sürecine dahil olduklarını hem de bilim, mühendislik ve çevre bilinci konularında farkındalık kazandıklarını göstermektedir. Öğrencilerin bilim ve mühendislik ile ilgili algıları, doğal dünya ve teknolojinin karşılıklı etkileşimine işaret edecek şekilde gelişmiştir.

Sonuç olarak, öğrencilerin 'biyomimikri' kavramına dair kavramsal gelişimlerini belirlemek için Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi uygulanmış ve öğrencilerin biyomimikriyi hayvan ve bitkilerden ilham almak şeklinde anladıklarını, ancak doğal ekosistemlerin yapısı ve işleyişi gibi diğer unsurları göz önünde bulundurmadıklarını göstermiştir. Öğrencilerin tasarımlarında doğadan ilham alan ürünlere yer vermemeleri, öğretmenlerin bu konuda yeni eğitim yöntemlerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin biyomimikriyi insanlar tarafından geliştirilen icatlarla ilişkilendirmeye eğilimli oldukları görülmüş bu nedenle de biyomimikri etkinliklerinin öğrencilerin icat yapmalarına katkı sağlayabileceği düşünülmüştür.

Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlara İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Biyomimikri odaklı öğretimin uygulandığı süreçte, öğrencilere sağladığı akademik, sosyal ve yaratıcılık alanlardaki katkıların yanı sıra, uygulamaya dair olumlu ve olumsuz görüşler, uygulama sırasında yaşanan zorluklar ve grup çalışmalarındaki öğrenci sorumluluklarına ilişkin öğrenci görüşleri, öğretim programının eğitsel değerlendirmesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bölümde öğrencilerin süreç boyunca karşılaştıkları zorluklar, önerileri ile sürecin olumlu ve geliştirilmesi gereken yönleri ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Görüşmeler sırasında, biyomimikri odaklı etkinliklerin öğrencilere sağladığı katkının belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğrenci yanıtlarının analizi sonucunda, öğrencilerin çoğunluğu, yaratıcılıklarının ve hayal güçlerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma, hayal gücündeki artışın yeni teknolojilerin hayal edilmesini kolaylaştırdığını gösteren araştırmaları destekler niteliktedir (Alperen, 2020; Çoban, 2019; Sürgü, 2022; Yıldırım, 2019). Sürgü (2022), bazı öğrencilerin fikir bulma aşamasında zorluklar yaşamasına rağmen, biyotaklit konusunun 8. sınıf öğrencilerinde hayal gücünü ve yaratıcılığı geliştirdiğini ve bu sayede öğrencilerin inovatif bir ürün geliştirmelerine olumlu katkı sağladığını belirtmiştir. Çoban (2019), yaratıcılığın biyomimikri tasarım sürecine entegre edilmesi gerektiğini vurgulayarak, bu

sayede öğrencilerin tasarım fikirlerini tartışmaları için yaratıcı bir öğrenme ortamı yaratılabileceğini ve bu ortamın öğrencileri teşvik edeceğini ifade etmiştir.

Araştırmada öğrenciler tasarımların çizim olarak ifade edilmesinin çizim yeteneklerini ve yaratıcılıklarını geliştiği yönünde görüşlerini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Stevens (2021) el çizimlerinin öğrencilerin tasarımları üzerinde iyileşmeler gösterdiğini, görsel düşüncelerini artırdığını ve tasarımlarını içselleştirmelerine yardımcı olduğunu ortaya koymuştur. Yıldırım (2019)'ın çalışmasında öğretmen adayları biyomimikri uygulamalarının kendilerine katkılarını açıklarken hayal gücü ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştiğini, farklı bakış açıları edindiklerini ve el-göz koordinasyon becerilerinin arttığını belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalar öğrencilerin yaratıcılıklarının ve görsel düşünme becerilerinin biyomimikri ile tasarım süreci gibi uygulamalarda geliştirilebileceği ve bu gelişimin el çizimleri ve eleştirel düşünme becerileri gibi farklı yönleri de içerebileceğini göstermektedir.

Araştırma sürecinde yapılan görüşmelerde, öğrenciler biyomimikri odaklı etkinliklerin grup çalışmaları yoluyla sosyal becerilerini geliştirdiklerini ifade etmiştir. Öğrenciler biyomimikri ile meşgul olurken bir takımında çalışabilme becerisi, iletişim becerileri, iş birliği ve sorumluluk gibi sosyal yeterlilikleri kazandığını belirten çalışmalar da alan yazında bulunmaktadır (Speck & Speck, 2021; Stevens et al., 2019). Grup çalışmalarının, bireysel çalışmalara göre bazı avantajları vardır. Özellikle, grup üyelerinin farklı bilgi, beceri ve deneyimlerinin bir araya gelmesi, yaratıcılığı artırabilir ve grup içinde tamamlayıcı bir etki yaratabilir (Gardner, 2012). Bu nedenle, grup çalışmaları, bireysel çalışmaların aksine, daha fazla sosyal etkileşim sağlayarak sosyal açıdan olumlu bir etki yaratır. Ek olarak, grup üyeleri arasında gerçekleşen bilgi paylaşımı, her bir üyenin diğer üyelerden yeni şeyler öğrenmesini sağlayabilir.

Bu araştırmada olduğu gibi, literatürde yer alan diğer araştırmalar da grup çalışmaları esnasında grup üyeleri arasında görüş farklılıklarının bulunabileceğini ortaya koymaktadır (Gencer et al., 2020). Bu durum öğrenciler için zorlayıcı olarak algılansa da

öğrencilerin kendilerini geliştirmelerine ve konuları daha iyi anlamalarına katkıda bulunur. Grup içinde ortaya çıkan fikir ayrılıkları, öğrencilerin farklı perspektiflerden bakabilme, çeşitli fikirleri eleştirme ve saygı duyma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Bu da öğrencilerin yaratıcı ve çözüm odaklı düşünebilme kabiliyetlerini artırır, dolayısıyla fen konularını daha iyi anlayabilir, problemlere daha etkili çözümler üretebilir ve araştırmalarını daha verimli bir şekilde yürütebilirler.

Görüşmelerde, öğrencilerin öğrenme deneyimleri, karşılaştıkları zorluklar ve bu zorlukların üstesinden nasıl geldikleri, neler öğrendikleri ve takım çalışmasında nasıl performans gösterdikleri incelenmiştir. Öğrenciler etkinliklerin zaman alıcı olduğunu, uygun organizma seçiminde zorlandıklarını ve düşünme gerektiren bir süreç olduğunu belirtmişlerdir. Biyomimikri uygulamaları esnasındaki zorlukların incelendiği diğer çalışmalarda da belirlenen sorunun çözümünde birden fazla organizma ilham kaynağı olabiliyorsa en iyisini seçmede zorluk yaşandığı (Helms et al., 2009; Sharma & Sarkar, 2019), öğrencilerin görevleri yerine getirmek için daha fazla zamana ihtiyacı olduğu dikkat çekmektedir (Gencer et al., 2020; Stevens et al., 2019; Sürgü, 2022). Elde edilen verilerin bu çalışmalar ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Gencer, Doğan ve Bilen (2020) çalışmalarında derste biyomimikri uygulamaları yapılmasının ardından öğrencilerden karşılaştıkları zorlukları anlatmalarını istemiştir. Öğrenci yanıtları karar vermede ve çözüm önerisi seçmede zorlandıkları yönündedir. Benzer şekilde Stevens (2021) biyomimikri ile uğraşan öğrencilerin biyolojik mekanizmaları tasarım prensiplerine çevirme aşamasında zorluk çektiklerini belirtse de bu durumun biyomimikri tasarım çözümleri için gerekli olduğunu da eklemektedir. Öğrencilerin bu zorlukları aşmalarına yardımcı olmak için tasarım sürecini bölümlere ayrılarak sık sık geri bildirimlerde bulunmak gerektiğini vurgulamıştır. Karşılaşılan problemlerin çözümü için doğadan ilham alma sürecinde, öğrenciler tespit edilen sorunlara uygulanabilecek çok fazla çözüm olduğunu ve bu nedenle olasılıklar arasından seçim yapmanın çok zor olduğunu belirtirken, problem alanları için çok az veya hiç uygun biyolojik organizma bulamayacaklarını söyleyerek farklı bir soruna dikkat

çeken çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır (Helms et al., 2009). Cheong ve diğerleri (2014) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin etkinlik tasarımı, organizma seçimi gibi zorluklarla karşılaşmaları durumunda, problem çözme becerilerini geliştirebilmeleri için daha fazla süre tanınması önerilmiştir. Bu şekilde öğrenciler, zorlukları aşmak için daha fazla düşünme ve strateji geliştirme fırsatı bulacaklardır. Fakat biyomimetik tasarım sürecinde gereğinden fazla tanınan süre ile, katılımcıların farklı tasarım problemlerini çözen diğer katılımcıları gözlemlemesi veya diğer katılımcıların aynı problemleri çözmesine kulak misafiri olması gibi etkilerle sonuçlanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Cheong, Hallihan & Shu, 2014).

Biyomimikri eğitim modülleri çerçevesinde öğrenciler, hayal kırıklığına tahammül etme, proje yapımında kişisel sorumluluk alma gibi kişisel beceriler, yeni teknolojilere karşı açık fikirlilik ve endüstriyel üretim süreçlerini anlama gibi mesleki yetkinlikler, iletişim ve becerileri gibi sosyal yetkinlikler kazanırlar (Jacobs et al., 2022). Biyomimikri alanında son zamanlarda etkinlikler, çalıştaylar, eğitim programları, projeler ve kaynakların sayısında artış yaşanmaktadır. Fakat öğrencilerin farklı derslerde, özellikle yaratıcılık teknikleri derslerinde doğayı taklit etme tekniğini öğrenmelerine rağmen, projelerinde kullanmaya istekli olmadıklarını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Boga & Timur, 2016). Fen eğitiminde biyomimikri çalışmaları özellikle biyoloji, kimya, fizik, matematik ve mühendislik gibi farklı disiplinler arasında bağlantılar kurmayı ve çok fazla bilgi ve kavram bilgisi gerektirmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin fen derslerinde biyomimikri etkinliklerine katılmaları için çok fazla bilgiye sahip olmalarının gerekliliği bu çalışmada da olduğu gibi öğrenciler tarafından 'uğraştırıcı' olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca öğrencilerin biyomimikri uygulamaları sırasında zorlandıklarını ifade etmelerinin bir diğer nedeni, doğal sistemleri veya organizmaları analiz etmek, tasarlamak veya üretmek gibi faaliyetler için yaratıcı ve analitik düşünme becerilerini kullanmalarının gerekliliği ve bu düşünme becerileri için oldukça fazla zaman ve enerji harcamaları gerekliliği olabilir. Bu kapsamda öğretmenler ve eğitimciler, öğrencilere daha fazla rehberlik ve destek sağlayabilirler. Öğrencilere doğayı

analiz etme ve ürün tasarlama konularında öğretim materyalleri sunarak öğrencilerin teorik bilgileri uygulamaya dönüştürmelerine katkıda bulunabilirler. Ayrıca, öğrencilere grup çalışmaları ve proje tabanlı öğrenme fırsatları sunarak, öğrencilerin birbirleriyle iş birliği içinde biyomimikri projeleri geliştirmelerini sağlayabilirler. Projelerin öğrencilerin ilgi alanlarına uygun hale getirilmesi de bu alana daha fazla ilgi gösterilmesini sağlayabilir.

Biyomimikri etkinlikleri ile fen bilimleri derslerinin daha eğlenceli ve heyecanlı hale gelmesi, derse ve okula karşı ilgilerini artırması öğrencilerin görüşmeler esnasında sıklıkla vurguladığı konulardır. Ayrıca gözlemler, öğrencilerin doğa, çevre ve sürdürülebilirlik hakkındaki görüşlerinin geliştirildiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Stevens (2021) doğadan ilham alan tasarımlar yapmayı öğrenmenin mutluluk hissi uyandırdığını, merakı geliştirdiğini, sürekli öğrenme isteğini harekete geçirdiğini ve öğrencilerin sürdürülebilirliğe katkı sağlayan çözümleri öğrenme isteklerini artırdığını çalışmasında belirtmiştir. Dolayısıyla doğadan ilham almak öğrencilerin doğaya olan ilgisini artırarak sürdürülebilir çözümler oluşturma konusunda motivasyonu sağlayacaktır.

Öneriler

Fen bilimleri derslerinde, fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına rehberlik edebilecek biyomimikri süreçlerine yönelik gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları doğrultusunda, uygulayıcılara ve yapılacak araştırmalara yönelik aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

Uygulayıcılara öneriler:

1. Biyomimikrinin, öğretim programında bahsedilen fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına rehberlik edebilmesi için uzman kişiler tarafından fen bilimleri öğretmenlerine bu alanda hizmet içi eğitim seminerleri düzenlenmeli ve öğretmenlerin bu tür etkinliklere katılımı teşvik edilmelidir.
2. 2018 fen bilimleri dersi öğretim programında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından belirlenen temel amaçlar arasında, öğrencilerin doğal olayları ve çevrelerini

anlamaları, bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeleri, fen bilimlerindeki yenilikleri takip etmeleri ve bu bilgileri hayatlarına uyarlamaları yer almaktadır. Bu amaçlara katkı sağlamak için, öğrenciler fen derslerinde biyomimikri etkinlikleri ile meşgul edilmelidir.

3. MEB'in 2018 öğretim programına göre, fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kapsamında öğrencilerin yıl boyunca geliştirdikleri ürünleri etkili bir şekilde sunmaları için yıl sonu bilim şenliği düzenlenmesi önerilmektedir. Öğretim programının gerekliliklerinin yerine getirilmesi amacıyla biyomimikri konulu öğrenci tasarımları bu şenlikte sergilenerek öğrenciler teşvik edilmelidir.
4. Çalışma esnasında, öğrencilerin tasarımlarını gerçekleştirmeleri için malzemeler önceden hazırlanmasına rağmen zaman açısından sıkıntılarla karşılaşmıştır. Bu nedenle, fen bilimleri ders saatleri artırılmalı veya alternatif çözümler araştırılmalıdır.
5. Bu çalışma, biyomimikri etkinlikleriyle yaratıcılık becerilerinin ve 21.yy öğrenme ve yenilenme becerilerinin geliştirilebileceği sonucunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini edinmesi ve yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesi için fen bilimleri derslerine biyomimikri etkinliklerinin entegre edilmesi önerilmektedir.
6. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi için doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve korunmasını sağlayan biyomimikri uygulamalarına ders kitaplarında da yer verilmelidir.

Yapılacak araştırmalar için öneriler:

1. Bu çalışma, Ankara il merkezindeki bir ortaokulla sınırlı kalmıştır. Benzer çalışmalar farklı bölgelerde uygulanarak elde edilen sonuçların genellemesi sağlanabilir.
2. Alan yazınında, sanat, endüstri ve mimari alanlarında biyomimikri uygulamalarına dair çalışmalar yaygınken, eğitim alanında yapılan çalışmaların sayısı oldukça

sınırlıdır. Bu nedenle, biyomimikri ve eğitim alanındaki çalışmaların sayısı artırılabilir.

3. Biyomimikri uygulamaları ile zenginleştirilmiş eğitimin motivasyon, cinsiyet, öz yeterlik ve akademik başarı gibi değişkenlerle olan ilişkisi ve etkisini inceleyen araştırmalar yapılabilir.
4. Bu çalışma ortaokul öğrencileriyle yürütülmüştür. Benzer şekilde, erken sınıf seviyelerinden itibaren farklı seviyelerdeki öğrencilerle de gerçekleştirilebilir.
5. Araştırma sonuçları, öğrencilerin biyomimikri uygulamalarının diğer derslerde de kullanılmasını istediklerini ortaya koymaktadır. Bu sebeple, farklı disiplinlerdeki uygulamaların incelenmesi ve anlaşılmasına yönelik çalışmalar yürütülebilir.

Kaynaklar

- Adorno, D., Mallahnia, T., Koch, V., Zailskaitė-Jakštė, L., Ostreika, A., Urbaitytė, A., Pizzolato, N. (2021). The BioS4You European Project: An Innovative Way to Effectively Engage Z-Generation Students in STEM Disciplines. *Education Sciences*, 11(12), 774. <https://www.mdpi.com/2227-7102/11/12/774>
- Akamca, G. O., & Hamurcu, H. (2009). Analojiler, kavram karikatürleri ve tahmin-gözlem-açıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitimi. *Education sciences*, 4(4), 1186-1206.
- Akça, Z., & Beşoluk, Ş. (2023). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Disiplinler Arası Yaklaşımlara ve STEM'e yönelik algıları. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(1), 141-159. DOI:10.24315/tred.1015343
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. Scala Basım.
- Akinoğlu, O. (2005). Türkiye'de Uygulanan ve Değişen Eğitim Programlarının Psikolojik Temelleri. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22, 31-46. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/maruaebd/issue/360/2005>
- Akiha, K., Brigham, E., Couch, B. A., Lewin, J., Stains, M., Stetzer, M. R., Smith, M. K. (2018). *What Types of Instructional Shifts Do Students Experience? Investigating Active Learning in Science, Technology, Engineering, and Math Classes across Key Transition Points from Middle School to the University Level [Original Research]*. 2. <https://doi.org/10.3389/feduc.2017.00068>
- Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2005). Yapılandırmacı Kuramda Fen Öğretmeninin Rolü. *İlköretim Online*, 4(2), 55-64. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/ilkonline/issue/8608/107237>
- Aksoy, B. (2004) *Coğrafya öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Alperen, N. F. (2020). *Ortaokul 5. Sınıf Bilim Uygulamaları Dersine Yönelik Stem Temelli Bir Öğretim Tasarımı: Doğadan İlham Alan Teknolojiler*. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.

Altun, Ş. (2019) *Doğanın İnovasyonu: Yenilik İçin Doğadan İlham Al*. Hümanist Kitap.

Amabile, T. M., & Pratt, M. G. (2016). The dynamic componential model of creativity and innovation in organizations: Making progress, making meaning. *Research in Organizational Behavior*, 36, 157-183.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riob.2016.10.001>

Amer, N. (2019). Biomimetic Approach in Architectural Education: Case study of 'Biomimicry in Architecture' Course. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 499-506. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.11.005>

Anagün, Ş. S. (2008). *İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinde Yapılandırmacı Öğrenme Yoluyla Fen Okuryazarlığının Geliştirilmesi: Bir Eylem Araştırması* (Publication Number 28637492) [Ph.D., Anadolu University (Turkey)]. ProQuest Dissertations & Theses Global. Turkey.

Arslan, E. S. (2019). İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre kentsel yol ağaçlarının ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: *Robinia pseudoacacia* L. örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 20(2), 142-148. DOI:10.18182/tjf.559883

Ask nature. (2021a). *Passively Cooled Building Inspired by Termite Mounds*. Retrieved 06.04.2023 from <https://asknature.org/innovation/passively-cooled-building-inspired-by-termite-mounds/>

Ask nature. (2021b). *Retrofit for Wind Turbines Inspired by the Kingfisher and Maple Seeds*. Retrieved 06.04.2023 from <https://asknature.org/innovation/energy-saving-retrofit-for-wind-turbines-inspired-by-the-kingfisher-and-maple-seeds/>

- Ask nature (2021c). *Surface Allows Self-Cleaning*. Retrieved 06.04.2023 from <https://asknature.org/strategy/surface-allows-self-cleaning/>
- Ask nature (2021d). *Versatile Fastener Inspired by Burrs*. Retrieved 06.04.2023 from <https://asknature.org/innovation/versatile-fastener-inspired-by-burrs/#biological-model>
- Atalay, N. (2015). *Fen bilimleri dersinde öğrencilerin öğrenme ve yenilenme becerilerinin gelişiminde yavaş geçişli animasyon (slowmation) uygulaması*. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Atay, S. N. (2021). *Teachers' Opinions On Skill-Based Questions In 8th Grade Turkish And Revolution History And Kemalism Courses*. Master Thesis. Amasya University, Amasya.
- Atlı, K. (2019). Biyoloji dersi öğretim programının 21. Yüzyıl becerilerinden yaratıcılık becerisi açısından değerlendirilmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(1), 85-104. DOI:10.35346/aod.554154
- Avan, Ç., Gülgün, C., Yılmaz, A., & Doğanay, K. (2019). STEM eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları: Kastamonu Bilim Kampı. *Journal of STEAM Education*, 2(1), 39-51. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/steam/issue/48084/601443>
- Avcı, F. (2019). Doğa ve İnovasyon: Okullarda Biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214- 233. <https://doi.org/10.35346/aod.604872>
- Avinç, M. G., & Selçuk, S. A. (2020). *Gelenekselden Moderne Yapı Tasarımı ve Malzemesi*, (B. Yılmaz Polat, Ed.). İksad Yayınları.
- Aziz, M. S. (2016). Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 707-714. DOI:10.1016/j.aej.2015.10.015

- Bada, S. O., & Olusegun, S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. DOI:10.9790/7388-05616670
- Batdı, V., Öztaş, C., & Talan, T. (2021). Fen Bilgisi Dersinde Yapılandırmacı Yaklaşım Uygulamalarının Karma-Meta Yöntem ile Analizi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(40), 33-44. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/66186/980590>
- Bektaş, M., Sellum, F. S., & Polat, D. (2019). An examination of 2018 life study lesson curriculum in terms of 21st century learning and innovation skills. *Sakarya University Journal of Education*, 9(1), 129-147. DOI:10.19126/suje.537104
- Benyus, J. (1997). *Innovation inspired by nature: biomimicry*. New York: William Morrow & Co.
- Biomimicry For Entrepreneurs. (2018). *What is not Biomimicry?* Retrieved 15.12.2020 from <http://biomimicryfe.org/>
- Biomimicry Institute. (2006a). *MIMIC Instructional Framework*. Retrieved 15.12.2020 from <https://biomimicry.org/>
- Biomimicry Institute. (2006b). *Why Teach Biomimicry?* Retrieved 15.12.2020 from <https://asknature.org/about/>
- Blake, B., & Pope, T. (2008). Developmental psychology: Incorporating Piaget's and Vygotsky's theories in classrooms. *Journal of Cross-Disciplinary Perspectives in Education*, 1(1), 59-67.
- Boga, M. A., & Timur, S. O. (2016). Exploring Biomimicry in the Students' Design Process. *Design and Technology Education: An International Journal*, 21-31.
- Bray, S. R., & Wang, B. (2020). Forecasting unprecedented ecological fluctuations. *PLOS Computational Biology*, 16(6), e1008021. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008021>

- Büyükkaynak, E., Ok, Z., & Aslan, O. (2016). Fen bilimleri öğretmenlerinin fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik görüşleri. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2016-Ek1, 43-60. DOI:10.9775/kausbed.2016.032
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press. Arlington.
- Byusa, E., Kampire, E., & Mwesigye, A. R. (2021). A case study on chemistry classroom practices in the Rwandan secondary schools. *Heliyon*, 7(6).
- Canbazoğlu Bilici, S., Küpeli, M. A., & Guzey, S. S. (2021). Inspired by nature: an engineering design-based biomimicry activity. *Science Activities*, 58(2), 77-88. <https://doi.org/10.1080/00368121.2021.1918049>
- Celep, S., Tunç, A. Ö., & Düren, A. Z. (2017). Can biomimicry and managerial concepts come together?. *Global Business and Management Research*, 9(3), 31.
- Ceylan, Ö., Ermiş, G., & Yıldız, G. (2018). Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Eğitimine Yönelik Tutumları. *International Congress on Gifted and Talented Education (IGATE)*, Malatya.
- Cheong, H., Hallihan, G. M., & Shu, L. H. (2014). Design problem solving with biological analogies: A verbal protocol study. *AI Edam*, 28(1), 27-47. <https://doi.org/10.1017/S0890060413000486>
- Cohen J. (1988). *The analysis of variance. In Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2th ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Collado Ruano, J. (2016). Educación y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formación humana. *Educación y educadores*, 20(2), 229-248.
- Collins, K. (2016). *Nature of Investing: Resilient Investment Strategies Through Biomimicry*. Routledge.

- Creswell, J. W. (2013). *Steps in conducting a scholarly mixed methods study*. Nebreska.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2014). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi* (2. Baskıdan çeviri). (Çev. Ed.: Y. Dede ve SB Demir). Anı Yayıncılık
- Çakır, A. (2019). *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Biyomimikri ile İlgili Farkındalıkları*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çamurcu, H. (2005). Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(13), 87-105.
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. (6. Baskı). Celepler Matbaacılık.
- Çetin, O., & Günay, Y. (2010). Fen Öğretiminde Yapılandırmacılık Kuramının Öğrencilerin Başarılarına ve Bilgiyi Yapılandırmalarına Olan Etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 32(146), 24-38.
- Çetin, A., & Özbuğutu, E. (2020). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl- Zekâ Oyunları ile İlgili Görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(37), 93-99. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/zqefd/issue/54277/723893>
- Çil, E. (2020). *Fen Öğretim Programlarının Geçmişten Günümüze Gelişimi*. In H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen Öğretim Programları*. Pegem Akademi.
- Çoban, M. (2019). *Integration of Biomimicry Into Science Education*. MSc. Thesis. Yıldız Technical University, Istanbul.
- Demircioğlu, H. (2022). *Popüler Bilim Dergilerinde Mühendislik Tasarım Sürecinin İncelenmesi: Bilim Çocuk Dergisi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- Deveci, İ., Konuş, F. Z., & Aydız, M. (2018). 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kazanımlarının yaşam becerileri açısından incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 47(2), 765-797. DOI: 10.14812/cuefd.413514

- Doğan, S. N. (2019). *Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Epistemolojik İnançları ve Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Farkındalıkları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Durve, M., Piro, L., Cencini, M., Biferale, L., & Celani, A. (2020). Collective olfactory search in a turbulent environment. *Physical Review E*, 102(1), 012402. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.102.012402>
- Erdoğan, U., & Dönmez, B. (2015). Kolektif öğretmen yeterliği ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 21(3), 345-366.
- Ersanlı, C. (2016). The Significance and Place of Biomimicry Data in Physics Education. 5th *International Vocational Schools Symposium – Prizren*, 18-20 May 2016.
- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of science education and technology*, 16(2), 171-190.
- Fadel, C. (2008). 21st Century Skills: How can you prepare students for the new global economy. *OECD/CERI*. Paris, May 2008. viewed 27 Mar 2023, <https://www.oecd.org/site/educeri21st/40756908.pdf>.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education*. New York.
- Fried, E., Martin, A., Esler, A., Tran, A., & Corwin, L. (2020). Design-based learning for a sustainable future: student outcomes resulting from a biomimicry curriculum in an evolution course. *Evolution: Education and Outreach*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00136-6>
- Fu, K., Moreno, D., Yang, M., & Wood, K. (2014). Bio-Inspired Design: An Overview Investigating Open Questions From the Broader Field of Design-by-Analogy. *Journal of Mechanical Design*, 136, 111102. <https://doi.org/10.1115/1.4028289>

- Gardner, G. E. (2012). Using Biomimicry to Engage Students in a Design-Based Learning Activity. *The American Biology Teacher*, 74(3), 182-184. <https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.3.10>
- Gencer, A. S., Doğan, H., & Bilen, K. (2020). Developing Biomimicry STEM Activity By Querying The Relationship Between Structure And Function In Organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105. <https://doi.org/10.19128/turje.643785>
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., & Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.
- Genç, M. (2013). *Doğa, sanat ve biyomimetik bilim*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Gençoğlu, M. T., & Cebeci, M. (1999). *Türkiye’de mühendislik eğitimi ve öneriler*. Mühendislik-Mimarlık Eğitimi Sempozyumu, 73-80.
- Glesne, C. (2010). *Becoming qualitative researchers: An introduction (4th ed.)*. Pearson Publication. USA.
- Golbeck, R. (1999). Implications of Piagetian theory for peer learning. *Cognitive perspectives on peer learning*, 3-37.
- Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service. Retrieved from <http://www.stemedcoalition.org/wp->
- Goss, J. (2009). *Biomimicry: Looking to nature for design solutions*. Doctoral dissertation. Department of Interior Design. Washington, DC.
- Gould, D., Knowlton, K., & R., W. (2021). My Robot Can Fly! *National Science Teaching Association (NSTA) Science & Children*, 58(5), 24-29. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/my-robot-can-fly/docview/2627991177/se-2?accountid=14504>

- Grob, V., Pfeifer, E., & Rutishauser, R. (2007). Sympodial Construction of Fibonacci-type Leaf Rosettes in *Pinguicula moranensis* (Lentibulariaceae). *Annals of Botany*, 100(4), 857-863. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm184> %J Annals of Botany
- Hanzad, M. (2019). Bio Design Method; Learning Nature In Line With Technology. *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies*, 1(1), 11-18.
- Hattie, J. (2015). The applicability of visible learning to higher education. *Scholarship of teaching and learning in psychology*, 1(1), 79.
- Helms, M., Vattam, S. S., & Goel, A. K. (2009). Biologically inspired design: process and products. *Design Studies*, 30(5), 606-622. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.04.003>
- Hong, O., & Song, J. (2020). A componential model of Science Classroom Creativity (SCC) for understanding collective creativity in the science classroom. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100698>
- Huitema, B. (2011). *The analysis of covariance and alternatives: Statistical methods for experiments, quasi-experiments, and single-case studies*. John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9781118067475
- Hunt Edmund R., Franks Nigel R., & Baddeley Roland J. (2020). The Bayesian superorganism: externalized memories facilitate distributed sampling. *Journal of The Royal Society Publishing Interface*, 17(167), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2019.0848>
- Iouguina, A., Dawson, J. W., Hallgrímsson, B., & Smart, G. (2014). Biologically informed disciplines: A comparative analysis of bionics, biomimetics, biomimicry, and bio-inspiration among others. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 9(3), 197-205. DOI: 10.2495/DNE-V9-N3-197-205

- Ivanic, K.-Z., Tadic, Z., & Omazic, M. A. (2015). Biomimicry - An Overview. *The Holistic Approach to Environment*, 5(1), 19-36. <https://www.proquest.com/trade-journals/biomimicry-overview/docview/1666710491/se-2>
- İrez, S., & Doğan, Ö. K. (2017). *Fen Eğitiminde Biyolojide Özel Konular*. Ankara: Pegem Akademi. <https://doi.org/10.14527/9786053189596>
- Jacobs, S. (2014). Biomimetics: A Simple Foundation Will Lead To New Insight About Process. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 9(2), 83-94. DOI: 10.2495/DNE-V9-N2-83-94
- Jacobs, S., Eggermont, M., Helms, M., & Wanieck, K. (2022). The Education Pipeline of Biomimetics and Its Challenges *Biomimetics (Basel)*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/biomimetics7030093>
- Kahn Jr, P. H. (2002). Children's affiliations with nature: Structure, development, and the problem of environmental generational amnesia. *Children and nature: Psychological, sociocultural, and evolutionary investigations*, 93-116.
- Kalemkuş, J. (2021). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Kazanımlarının 21.Yüzyıl Becerileri Açısından İncelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 63-87. DOI:10.18039/ajesi.800552
- Kalkınma Bakanlığı. (2018). *Çevre ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi*. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- Kandemir, N., Değirmenci, S., & Coşgun, M. (2022). Investigation Of Science Teacher Candidates Skills in Associating Biomimicry Examples With Physics Concepts And Daily Life. *Turkish Journal of Primary Education*, 7(1), 25-43. <https://doi.org/10.52797/tujped.1093614>
- Kandemir, F. A., & Demir, A. (2021). Türkiye'de tehlike altındaki türler: IUCN Kırmızı Liste verileri ile tehlike altındaki Fabaceae türlerine yönelik özel bir inceleme. *Turkish Journal of Biodiversity*, 4(1), 53-65. <https://doi.org/10.38059/biodiversity.832706>

- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. MEB Yayınları Öğretmen Kitapları Dizisi, İstanbul.
- Karabetça, A. R. (2023). Biyomimikri Destekli Tasarım Ölçütleri ile Yenilikçi Mekanlar Yaratılması. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 8(1), 104-111. <https://doi.org/10.7456/10801100/010>
- Karadağ, E., Deniz, S., Korkmaz, T., & Deniz, G. (2008). Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı: Sınıf Öğretmenleri Görüşleri Kapsamında Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 383-402. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/uefad/issue/16688/173423>
- Karadağ, E., & Korkmaz, T. (2007). *Kuramdan uygulamaya yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı*. Kök Yayıncılık.
- Karaer, G. (2023). İlköğretim Fen Bilimleri Öğretim Programlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi: Türkiye ve Estonya Örneği [Arşiv]. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 1(1), 55-76. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/estudamegitim/issue/45352/596377>
- Karaman, P., Karaman, A., (2016). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Yenilenen Fen Bilimleri Öğretim Programına Yönelik Görüşleri. *Erzincan University Journal of Education Faculty*, 18(1), 243-269. <https://doi.org/10.17556/jef.65883>
- Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Akademi Yayıncılık.
- Karslı, G., & Kurt, M. (2021). Fen Öğretiminde Biyomimikri. S. Say & F. S. Yıldırım (Eds.), *Fen Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar - II*. Ankara: Pegem Akademi.
- Kaya, Ş. (2022). *Biyomimikri Uygulamalarının Kullanıldığı Stem Eğitimine Yönelik Hazırlanmış Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çevre Okuryazarlık Becerilerine Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Kennedy, E. B., & Marting, T. A. (2016). Biomimicry: Streamlining the Front End of Innovation for Environmentally Sustainable Products. *Research-Technology Management*, 59(4), 40-48. <https://doi.org/10.1080/08956308.2016.1185342>
- Kennedy, S. (2004). Biomimicry/biomimetics: General Principles and Practical Examples. *The Science Creative Quarterly*.
- Kızılcapan, O., & Nacaroglu, O. (2019). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Merkezi Sınavlara (Lgs) İlişkin Görüşleri. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 9(2), 701-719.
- Kocakaya, S. (2011). An educational dilemma: Are educational experiments working?. *Educational Research and Reviews*, 6(1), 110-123.
- Kohsaka, R., Fujihira, Y., Uchiyama, Y., Kajima, S., Nomura, S., & Ebinger, F. (2017). Public Perception and Expectations of Biomimetics Technology: *Empirical Survey of Museum Visitors in Japan*. 60(4), 427-444. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/cura.12246>
- Kolodner, J., Gray, J., & Fasse, B. (2003). Promoting transfer through case-based reasoning: Rituals and practices in learning by design classrooms. *Cognitive Science Quarterly*, 3(2), 183–232.
- Kostova, Z., & Radoynovska, B. (2010). Motivating Students'learning Using Word Association Test And Concept Maps. *Bulgarian Journal of Science & Education Policy*, 4(1). 62-98.
- Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., & Berger, C. F. (1999). *Teaching science: a project-based approach*. McGraw-Hill College, New York.
- Kurt, H. ve Ekici, G. (2013). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ve Çizme-Yazma Tekniğiyle "Osmoz" Kavramı Konusundaki Bilişsel Yapılarının Belirlenmesi. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish*, 8(12). 809-829. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.5637>

- Lai, E. R., & Viering, M. (2012). *Assessing 21st Century Skills: Integrating Research Findings*. A. Pearson.
- Liang, Y., McMeeking, R. M., & Evans, A. G. (2006). A finite element simulation scheme for biological muscular hydrostats. *Journal of Theoretical Biology*, 242(1), 142-150.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2006.02.008>
- Louis, R. C. (2012). *A case study exploring technology integration and incorporation of 21st century skills in elementary classrooms* (Publication Number 3554119) [Ed.D., Northeastern University]. ProQuest Dissertations & Theses A&I. United States -- Massachusetts. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/case-study-exploring-technology-integration/docview/1316620093/se-2?accountid=14504>
- Ludwig, P. M., & Prins, S. C. B. (2019). A Validated Novel Tool for Capturing Faculty-Student Joint Behaviors with the COPUS Instrument. 20(3), 1-9.
<https://doi.org/10.1128%2Fjmb.v20i3.1535>
- Mburu, P. K., & Silveira, V. (2023). Promoting Creativity in the Secondary Design and Technology Classroom in England. *In The 40th International Pupils' Attitudes Towards Technology Conference Proceedings 2023* (Vol. 1, No. October). PATT40.
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). *STEM Starts Early: Grounding Science, Technology, Engineering, and Math Education in Early Childhood*. Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. 1900 Broadway, New York, NY 10023.
- MEB. (1968). *İlkokul Programı*. Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul.
- MEB. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara.
- MEB. (2011). *21. yüzyıl öğrenci profili*. Ankara: Millî Eğitim Basımevi.
- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar)*. Ankara.
- Mejía-Villa, D. A., Torres-Guevara, D. L. E., Prieto-Sandoval, D. V., Cabra, D. J., & Jaca, D. C. (2023). Training for sustainability through biomimicry and creative problem-solving processes. *Thinking Skills and Creativity*, 49, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101359>
- Memduhoğlu, H. B., Uçar, R., & Uçar, H. İ. (2020). *Örnek uygulamalarla eğitimde yaratıcılık yaratıcı okul yaratıcı öğretmen*. Pegem Akademi.
- Mengi, F., & Schreglman, S. (2013). Yapılandırmacı Sınıf Öğrenme Ortamı Algısı. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 4(7), 160-175.
- Mutlu, O., & Aydın, G. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin ters yüz sınıf modeline ilişkin görüşleri. 2. *Uluslararası Uzaktan Öğrenme ve Yenilikçi Eğitim Teknolojileri Konferansı*, 219-227.
- National Research Council- NRC. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. . National Academies Press.
- National Science Teachers Association-NSTA. (2011). *Quality science education and 21. St. Century skills*.
- Newbold, K.B. (2014) *Population Geography: Tools and Issues*, (Second edition), Rowman and Littlefield Publishers, Plymouth UK.
- Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., & Ndayambaje, I. (2020). Usability of Electronic Instructional Tools in the Physics Classroom. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(11).
- OECD. (2005). *Definition and selection of key competencies: executive summary*. OECD, Paris, viewed 27 Mar 2023, <<http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>>.

- Oral, B., & Çoban, A. (2020). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Öner, A. I., & Akçay, H. (Eds.). (2021). *İlkokulda Fen Bilimleri Öğretimi*.
- Özdemir, M., & Mirici, S. (2022). *Öğrencilerin Biyomimikri Tasarım Uygulamalarının Yaş ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi*. pp.4. III. Ulusal Disiplinlerarası Fen Eğitimi Öğretmenler Konferansında sunulan bildiri, Ankara, Turkey,
- Özgür, M. E. (2017). Nüfus dinamikleri, çevre ve sürdürülebilirlik. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(1), 1-26. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000178
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- P21. (2015). *Partnership for 21st Century Learning*. www.p21.org Erişim Tarihi: 05.04.2023.
- Pallant, J. (2016). *SPSS Kullanma Klavuzu Spss ile Adım Adım Veri Analizi*. (S. Balcı ve B. Ahi, Çeviri). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Peşkircioğlu, N. (2016). 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri: Küresel Verimlilik Hareketine Doğru. *Anahtar Dergisi*, 22(335), 4-9.
- Qureshi, S. (2022). How students engage in biomimicry. *Journal of Biological Education*, 56(4), 450-464. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1841668>
- Radeva, S. (2020). STEM Eğitimi, Çocukların 21. Yüzyıl Becerilerini, Sürdürülebilirliği ve Birleşmiş Milletler Amaçlarını Desteklemeli ve Teşvik Etmelidir. K. B. Şenil ÜNLÜ ÇETİN, Memet ÜÇGÜL (Ed.), *Erken Çocukluk STEM Eğitimi ve STEM Eğitime Aile Katılımında Anahtar Noktalar: Erken Çocukluk Dönemi Eğitimcileri için Kılavuz*. Kırıkkale Üniversitesi.
- Rapp, H., & Nawrot, M. P. (2020). A spiking neural program for sensorimotor control during foraging in flying insects. 117(45), 28412-28421. <https://doi.org/doi:10.1073/pnas.2009821117>

- Rovalo, E., McCardle, J., Smith, E., & Hooker, G. (2020). Growing the practice of biomimicry: opportunities for mission-based organisations based on a global survey of practitioners. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(1), 71-87. <https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1634254>
- Runco, M., Acar, S., & Çayırdağ, N. (2017). A closer look at the creativity gap and why students are less creative at school than outside of school. *Thinking Skills and Creativity*, 24, 242-249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsc.2017.04.003>
- Sarıkoç, Z. & Ersoy, H. (2022). Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımıyla STEM Uygulamaları: SPAM eTwinning Projesi Örneği. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 5(2), 98-122 .
- Sarıtaş, D., & Kılınç, H. H. (2020). Ortaokul Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersindeki Yapılandırmacı Öğrenme Ortamına İlişkin Görüşleri. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(4), 2079-2091. <https://doi.org/10.33206/mjss.735989>
- Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K. F., & Wong, G. K. W. (2020). Designing Unplugged and Plugged Activities to Cultivate Computational Thinking: An Exploratory Study in Early Childhood Education. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 55-66. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00478-w>
- Seçkin Karaca, H. (2018). *Yapılandırmacı yaklaşım yoluyla sosyobilimsel konulara dayalı fen eğitiminin 7. sınıf öğrencileri üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. EDİRNE
- Sharma, S., & Sarkar, P. (2019). Biomimicry: Exploring Research, Challenges, Gaps, and Tools. *Research into Design for a Connected World*, Singapore.
- Smith, K. K., & Kier, W. M. (1989). Trunks, Tongues, and Tentacles: Moving with Skeletons of Muscle. *American Scientist*, 77(1), 28-35. <http://www.jstor.org/stable/27855549>
- Smith, M. K., Jones, F. H. M., Gilbert, S. L., & Wieman, C. E. (2013). The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS): A New Instrument to

- Characterize University STEM Classroom Practices. 12(4), 618-627.
<https://doi.org/10.1187/cbe.13-08-0154>
- Smith, M. K., Vinson, E. L., Smith, J. A., Lewin, J. D., & Stetzer, M. R. (2014). A Campus-Wide Study of STEM Courses: New Perspectives on Teaching Practices and Perceptions. 13(4), 624-635. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0108>
- Snell-Rood, E. C., Smirnoff, D., Cantrell, H., Chapman, K., Kirscht, E., & Stretch, E. (2021). Bioinspiration as a method of problem-based STEM education: A case study with a class structured around the COVID-19 crisis. *Ecology and Evolution*, 11(23), 16374-16386. <https://doi.org/10.1002/ece3.8044>
- Speck, O., & Speck, T. (2021). Biomimetics and education in europe: Challenges, opportunities, and variety. *Biomimetics*, 6(3), Article 49. <https://doi.org/10.3390/biomimetics6030049>
- Staples, H. (2005). The Integration of Biomimicry as a Solution-Oriented Approach to the Environmental Science Curriculum for High School Students. Department of Education: Dominican University of California
- Stevens, L., De Vries, M., Bos, M., & Kopnina, H. (2019). Biomimicry Design Education Essentials. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 459-468. DOI:10.1017/dsi.2019.49
- Stevens, L. (2021). *Analogical Reasoning in Biomimicry Design Education*. PhD Thesis. Delft University of Technology, Delft, the Netherlands.
- Stolz, J. F., Basu, P., Santini, J. M., & Oremland, R. S. (2006). Arsenic and Selenium in Microbial Metabolism. 60(1), 107-130. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.60.080805.142053>
- Sumrall, W. J., Sumrall, K. M., & Robinson, H. A. (2018). Using Biomimicry to Meet NGSS in the Lower Grades. *Science Activities*, 55(3-4), 115-126. <https://doi.org/10.1080/00368121.2018.1563041>

- Sürgü, B. (2022). *8. Sınıf Teknoloji Ve Tasarım Dersinde Biyotaklit Uygulamalarının Öğrenciler Üzerindeki Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Şad, S. N. & Şahiner, Y. K. (2016). Students' Teachers' and Parents' Views about Transition from Basic Education to Secondary Education (BESE) System. *İlköğretim Online*, 15(1), 53-76. <http://dx.doi.org/10.17051/io.2015.85927>
- Şaşan, H. H. (2002). Yapılandırmacı öğrenme. *Yaşadıkça Eğitim*, 74(75), 49-52.
- Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Yeri Ve Önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/11130/133117>
- Tank, K., T., M., Babajide, B., & Ryneerson, A. M. (2015). *Evidence of students' engineering learning in an elementary classroom. In 2015 ASEE Annual Conference & Exposition.*
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences* London, UK: Sage Publications.
- Timur, B., Çetin, N. İ., Timur, S., & Aslan, O. (2020). Kelime ilişkilendirme testi ile fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin sahip oldukları kavramların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(1), 113-137. <https://doi.org/10.17152/gefad.600942>
- Tisza, G., Papavlasopoulou, S., Christidou, D., Voulgari, I., Iivari, N., Giannakos, M. N., & Markopoulos, P. (2019). The role of age and gender on implementing informal and non-formal science learning activities for children. *In Proceedings of the FabLearn Europe 2019 Conference*, 1-9.
- Ulrich, R. S. (1999). Effects of gardens on health outcomes: Theory and research. *Healing gardens: therapeutic benefits and design recommendation.*

- Uluyol, Ç., & Pehlivan, K. (2019). STEM ve Eğitimde Uygulama Örneklerinin İncelenmesi [Articles]. *The Journal of Turkish Social Research*, 23(3), 848-861. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/tsadergisi/issue/51239/633159>
- Volstad, N. L., & Boks, C. (2012). On the use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer. 20(3), 189-199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sd.1535>
- Vymazal, J., Zhao, Y., & Mander, Ü. (2021). Recent research challenges in constructed wetlands for wastewater treatment: A review. *Ecological Engineering*, 169, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106318>
- Whetton, D. And Cameron, K. (2002). *Answers to exercises taken from developing management skills*. 3rd Edition. At Northwestern University.
- Williams, D. C., Barber, A., & Sheppard, P. (2019). Board 156: Making Inspired by Nature: Engaging Preservice Elementary Teachers and Children in Maker-centered Learning and Biomimicry. American Society for Engineering Education-ASEE, Atlanta.
- Wilson, R. A. (1996). Starting Early Environmental Education During the Early Childhood Years. (*ERIC Digest*). Columbus, OH: *ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education (ERIC Identifier ED 402147)*.
- Yakışan, M., & Veliöğlu, D. (2019). İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Biyomimikri Algılarına Yönelik Yaptıkları Çizimlerin Analizi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 727- 753. <https://doi.org/10.17152/gefad.547807>
- Yamaç, K. (2001). Nedir bu İnovasyon?, *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 1(3), 6-7.
- Yao, Y., Zhao, T. Y., Machado, C., Feldman, E., Patankar, N. A., & Park, K.C. (2020). Frost-free zone on macrotextured surfaces. 117(12), 6323-6329. <https://doi.org/doi:10.1073/pnas.1915959117>

- Yavçın, E., & Kaptı, A. (2015). Uçma hareketinin biyomekaniğinin incelenmesi ve bir robotik kuş tasarımı çalışması. *Sakarya University Journal of Science*, 19(1), 27-40.
<https://doi.org/10.16984/saufenbilder.30112>
- Yener, Y. (2019). *Fiziğın Bilim ve Teknolojideki Uygulamaları*. In D. Yener (Ed.).
<https://doi.org/10.14527/9786052417324>
- Yenilmez, K., & Yolcu, B. (2007). Öğretmen Davranışlarının Yaratıcı Düşünme Becerilerinin Gelişimine Katkısı. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 18, 95-105.
<https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/manassosyal/issue/49947/640065>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Nitel Araştırma Yöntemleri*. (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminde Biyomimikri Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90.
<https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/43993/361834>

EK-A: 21. YÜZYIL ÖĞRENME VE YENİLENME BECERİLERİ ÖLÇEĞİ

21. YÜZYIL ÖĞRENME VE YENİLENME BECERİLERİ ÖLÇEĞİ			
	Hiçbir zaman	Bazen	Her zaman
Yaratıcılık ve Yenilenme			
1. Yeni şeyler öğrenmeye istekliyimdir.			
2. Konu ile ilgili merak ettiğim şeyleri farklı kaynaklardan (internet, kitap, v.b.) araştırırım			
3. Bir konuya çalışırken edindiğim bilgileri kendi anlayacağım bir biçimde not alabilirim.			
4. Zamanımın çoğunu zor problemlerle uğraşarak geçirebilirim.			
5. Derste konu ile ilgili verilen örnekleri kafamda canlandırabilirim.			
6. Hayal gücümü kullanarak yeni ürünler (model, materyal, vb.) ortaya çıkarabilirim			
7. Bir soruyu çözerken aklıma gelen çözüm yollarını bir süre düşündükten sonra problemi çözmeye başlarım			
8. Sorularımı çözerken herhangi bir sorunla karşılaşırsam kendim bir çözüm yolu bulmaya çalışırım			
9. Soruların çözümüne yönelik özgün (orijinal) öneriler sunabilirim.			
10. Bir problemi kendime göre farklı bir biçimde ifade edebilirim.			

11. Problemi çözmek için bilgi kaynaklarını kullanabilirim.			
12. Konu ile ilgili edindiğim bilgileri farklı yollarla (resim, grafik, modelleme) ifade edebilirim.			
13. Proje ödevlerinde yeni (orijinal) bir ürün (model, materyal) geliştirebilirim.			
14. Soruları çözerken adım adım ilerlemeyi tercih ederim			
15. Öğretmenimin sorduğu zor bir problemi çözmek için uğraşmam.			
16. Başarılı olduğumda ailemden ödül olarak bilim merkezlerine götürülmeyi isterim.			
17. Bir konuya çalışırken merak ettiğim şeyler olur.			
18. Yeni teknolojiler ilgimi çeker.			
19. Bilimsel ve teknolojik gelişmeleri anlatan yayınları(dergi) takip ederim.			
20. Bilim kurgu filmlere (animasyon) karşı meraklıyım.			
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme			
21. Bir konuya çalışırken (okurken, dinlerken) farklı görüşleri karşılaştırabilirim.			
22. Bir konuya çalışırken zıtlıkları (çelişkileri) fark edebilirim			
23. Bir konuya çalışırken anlatılan ya da söylenilenlere şüphe duymadan inanırım.			
24. Benim için doğru olan bir şeyi ispatlamaya gerek yoktur.			
25. Konu ile ilgili edindiğim bilgileri sınıf ortamında paylaşıyorum.			
26. Konu ile ilgili günlük yaşamdan örnekler verebilirim.			
27. Konu ile ilgili görüşlerimi kanıtlara dayalı olarak sunabilirim.			
28. Problemin çözümü için uygun materyali seçip kullanabilirim			

29. Problemin çözümü için toplanan veriler arasındaki ilişkiyi doğru olarak ifade edebilirim.			
30. Problemin çözümüne ve sonuca yönelik tahminlerde bulunabilirim.			
31. Problemin çözümüne yönelik yaptığım işlemleri bir şema halinde gösterebilirim.			
32. Düşüncelerimi tam olarak ifade edebilirim.			
<i>İşbirliği ve İletişim Becerisi</i>			
33. Grup içinde çalıştığım zaman bana verilen sorumlulukları yerine getirmek için çaba gösteririm.			
34. Grup çalışmalarında arkadaşlarımı desteklerim.			
35. Farklı yollarla edindiğim (yazılı, sözlü, laboratuvar, sınıf dışı ortam gibi) bilgileri arkadaşlarımla paylaşıyorum.			
36. Grup çalışmalarında çoğunluğun kararını kabul ederim.			
37. Grup çalışmalarında diğer arkadaşlarımdan düşünce ve önerilerini dinlerim.			
38. Grup çalışmalarında arkadaşlarımla iletişimde bulunurum.			
39. Grup içinde ortaya çıkan çatışmaları yapıcı bir biçimde çözümlerim.			

EK-B: YARATICILIK ÖLÇEĞİ

Ne Kadar Yaratıcısınız?

Ne kadar yaratıcısınız? Aşağıdaki test sahip olduğunuz kişisel özellikler, tutumlar, değerler, güdüler ve ilgileri karakterize etmektedir. Ayrıca yüksek yaratıcı kişiliğinizi belirlemenize yardımcı olacaktır. Bu seçeneklerin doğru veya yanlış cevabı yoktur. Her bir ifade için size en yakın seçeneği işaretleyiniz. Vereceğiniz samimi cevaplar için şimdiden teşekkür ederim.

Sıra No	YARATICILIK ÖLÇEĞİ SEÇENEKLER	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum
1	Belirli bir problemi çözerken her zaman doğru işlemleri takip ettiğim konusunda büyük ölçüde emin olarak çalışırım			
2	Cevabını alamayacağımı düşündüğüm soruları sormak zaman kaybıdır			
3	Bir problemi çözerken bir işe yoğunlaşmam diğer insanların çoğundan daha düşük düzeydedir			
4	Problem çözmek için adım adım mantıklı basamakların en iyi yöntem olduğuna inanırım			
5	Grup çalışmalarında, bazen fikrimi sesli söyleyerek diğerlerinin sözünü keserim			
6	Zamanımın çoğunu başkalarının benim hakkımdaki düşünceleri düşünerek harcarım			
7	Benim için doğru olduğuna inandığım şeyleri yapmak, başkalarının onayını kazanmaya çalışmaktan çok daha önemlidir			
8	Olaylar karşısında kararsız görünen insanlara karşı saygımı yitiririm			
9	Diğer insanlardan daha çok, ilgilendiğim ve heyecan duyduğum şeylere gereksinim duyarım			
10	İçimden geçenleri nasıl kontrol altında tutacağımı bilirim			
11	Zamanımın çoğunu zor problemlerle uğraşarak geçirebilirim			
12	Bazen aşırı istekli olurum			
13	En iyi fikirlerimi özellikle belirli bir şeyle meşgul olmadığım zaman üretirim			
14	Bir sorunun çözümüne yaklaştığım zaman sezgilerime ve “doğruluk” veya “yanlışlık” hislerime güvenirim			
15	Problem çözümünde; problemi analiz ederken hızlı, topladığım bilgileri sentez ederken daha yavaş çalışırım			
16	Bazen kuralları ihlal ettiğim ve gerektiği gibi davranmadığım için eleştirilirim			
17	Koleksiyon hobisini severim			
18	Hayal alemine dalmak, çok önemli projelerimin ortaya çıkmasına neden olur			
19	Gerçekçi ve tarafsız insanları severim			
20	Eğer şimdiki mesleğim dışında iki tür meslekten birisini seçmek durumunda olsaydım kâşif yerine tıp doktoru olmayı tercih ederdim			
21	Benimle aynı sosyal sınıf ve meslek grubundan olan insanlarla daha kolay anlaşabilirim			
22	İleri düzeyde estetik duyarlılığa sahibim			
23	Hayatımı yüksek statü ve güç elde etmek için sürdürürüm			

Sıra No		Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum
24	Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim			
25	Sorunların başarılı şekilde çözülmesinde ilhamın rolü yoktur			
26	Bir tartışmada, görüşümün bir bölümünden vazgeçmek zorunda kalsam da en büyük zevkim hemfikir olmadığım insanla arkadaşlık kurmaktır			
27	insanlara kabul ettirmek yeni fikirler üretmek oldukça ilgimi çeker			
28	Derin düşünmek için bir günümü yalnız başıma geçirmekten hoşlanırım			
29	Kendimi yetersiz hissettiğim işlerden kaçınmaya çalışırım			
30	Bir bilgiyi değerlendirirken bilginin kaynağı içeriğinden daha önemlidir			
31	Belirsiz ve tahmin edilemeyen durumlardan hoşlanmam			
32	“Önce iş sonra memnuniyet” kuralını uygulayan insanları severim			
33	Bence başkalarına gösterdiği saygıdan çok, insanın kendine olan saygısı önemlidir.			
34	Mükemmel olmak için uğraşan insanların çok zeki olmadığını düşünürüm			
35	Grup halinde çalışmayı tek başına çalışmaya tercih ederim			
36	Başkalarını etkilemem gereken işleri severim			
37	Yaşamımda karşılaştığım çoğu problem doğru veya yanlış çözümü olmayan sorunlardır			
38	Her şey için bir yere sahip olmak ve her şeyin yerinde olması benim için önemlidir			
39	Tuhaf ve sıradışı kelimeler kullanan yazarlar sadece gösteriş meraklısıdır			
40	Aşağıdaki kelimeler insanları tanımlamak için kullanılan bir listedir. Sizi en iyi tanımlayan 10 kelimeyi işaretleyerek seçiniz.			

Aşağıdaki tabloda yer alan kelimelerden sizi en iyi tanımlayan 10 tanesini, karşısına (X) işareti yazarak işaretleyiniz.

Sıra	SEÇENEKLER	X	Sıra	SEÇENEKLER	X
1	Enerjik	2	28	Uyanık	1
2	İkna edici	0	29	Tuhaf	2
3	Dikkatli	2	30	Düzenli	0
4	Revaçta olan	0	31	Duygusuz	0
5	Özgüveni olan	1	32	Mantıklı düşünen	0
6	Sebatlı	2	33	Anlayışlı	0
7	Orijinal	2	34	Dinamik	2
8	Tedbirli	0	35	Kendini isteyen	2
9	Prensipli	0	36	Nezaketli	0
10	Becerikli	2	37	Cesur	2
11	Bencil	0	38	Verimli	0
12	Bağımsız	2	39	Yardımsever	0
13	Sert	0	40	Sezgili	2
14	Kehanet sahibi	0	41	Hızlı	0
15	Resmi	0	42	İyi huylu	0
16	Gayri resmi	1	43	Esaslı	1
17	Kendini işine adanmış	2	44	Düşüncesiz	0
18	İleri görüşlü	1	45	Kararlı	1
19	Gerçeklere dayanan	0	46	Gerçekçi	0
20	Açık fikirli	1	47	Alçakgönüllü	0
21	Çok anlayışlı	0	48	İstekli	2
22	Utangaç	0	49	Dalgın	0
23	Tutkulu	2	50	Esnek	2
24	Yenilikçi	2	51	Girişken	0
25	Dengeli	0	52	Sevilen	0
26	Meraklı	0	53	Huzursuz	1
27	Pratik	0	54	Çekingen	0

Aksoy, B. (2004)

EK-C: GÖRÜŞME FORMU

FEN VE TEKNOLOJİ DERSLERİNİN BİYOMİMİKRI ETKİNLİKLERİ İLE YÜRÜTÜLMESİ SÜRECİNE İLİŞKİN DÜŞÜNCELER ANKETİ

Değerli öğrencim,

Bu görüşmenin amacı; Fen Bilimleri dersinin biyomimikri etkinlikleri yürütülmesi sürecine ilişkin düşüncelerinizi belirlemektir. Görüşme esnasında her bir soruyu dikkatlice dinleyerek size en uygun cevabı vermenizi istiyorum. Benimle paylaşacağınız düşünceleriniz sadece bilimsel amaçla kullanılacaktır ve görüşme sürecince söyleyeceklerinizin tümü gizlidir. Araştırma sonuçlarını yazarken, görüştüğüm bireylerin isimlerini kesinlikle rapora yansıtmayacağım. Bu araştırmada ortaya çıkacak sonuçların, program hazırlayıcılara, diğer araştırmacılara ve öğretmen arkadaşlara ışık tutacağını ümit ediyorum.

Görüşmenin yaklaşık 25 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Anlamadığınız bir soru veya herhangi bir şey olursa lütfen söyleyin. İzinizle görüşmenin güvenilirliğini sağlamak açısından konuşmalarınızı kaydedeceğim. Başlamadan önce, bu söylediklerimle ilgili sormak istediğiniz bir soru var mı?

Hazırsanız sorulara başlamak istiyorum

Betül AYDIN

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENİ

KİŞİSEL BİLGİLER:

1) Cinsiyetiniz Kız() Erkek ()

2) Ad- Soyad:

3) Yaşınız:

3) Annenizin öğrenim durumu:

4) Babanızın öğrenim durumu:

GÖRÜŞME SORULARI

1)Fen Bilimleri derslerinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi sürecine ilişkin görüşleriniz neler?

a) Olumlu görüşleriniz varsa bunlar neler?

b) Olumsuz görüşleriniz varsa bunlar neler?

2)Fen Bilimleri derslerinde diğer üniteleri de biyomimikri odaklı işlemek ister miydiniz? Evet () Hayır ()

a) Eğer cevabınız evet ise etkinlikleri uygulama esnasında sorunlarla karşılaştığınız oluyor mu bu sorunlar neler?

b) Eğer cevabınız hayır ise niçin istemiyorsunuz?

3)Doğadan ilham alarak tasarım oluşturma sürecinde yaşadığınız güçlükler neler?

a) Mekân (sınıf, laboratuvar) yönünde yaşadığınız güçlükler nelerdir?

b) Ekonomi (tasarım malzemeleri maliyeti) açısından yaşadığınız güçlükler nelerdir?

c) Zaman açısından yaşadığınız güçlükler nelerdir?

4)Biyomimikri etkinliklerini grup arkadaşlarınızla gerçekleştirirken görüş alış-verişinde bulundunuz mu? Bu esnada görüş ayrılığına düştüğünüz oldu mu? Açıklayınız.

a) Cevabınız evet ise, doğadan ilham aldığınız tasarımları oluşturma sürecine ilişkin ne tür görüş ayrılıkları yaşıyorsunuz?

5) Fen dersinde biyomimikri uygulamalarının derse ve okula karşı ilginizde önemli bir değişikliğe neden oldu mu? Evet () Hayır ()

a) Eğer cevabınız evet ise nedenini açıklayınız ve görüşünüzü savunmak için bir örnek veriniz.

b) Eğer cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız ve görüşünüzü savunmak için bir örnek veriniz.

6) Fen dersinde biyomimikri uygulamalarının öğrencilere katkıları nelerdir?

a) Akademik başarı olarak katkıları nelerdir?

b) Sosyal açıdan katkıları nelerdir?

c) Yaratıcılık açısından katkıları nelerdir?

7) Biyomimikri odaklı öğretimin diğer derslerde de uygulanmasını ister miydiniz?

a) Cevabınız evet ise hangi derste uygulanmasını isterdiniz?

b) Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.

8) Fen Bilimleri derslerinin biyomimikri etkinlikleri ile yürütülmesi sürecine ilişkin eklemek istediğiniz görüş, öneri ve istekleriniz var mıdır? Varsa bunlar nelerdir?

EK-D: BAĞIMSIZ KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ

BİYOMİMİKİRİ kelimesi ile ilişkili aklınıza gelen ilk kelimeleri ilgili boşluklara 40 saniye içinde yazınız.

BİYOMİMİKİRİ.....

BİYOMİMİKİRİ.....

BİYOMİMİKİRİ.....

BİYOMİMİKİRİ.....

BİYOMİMİKİRİ.....

Yazdığınız kelimeleriniz ile ilgili 20 saniye içinde cümle yazınız.

Cümle:

.....

EK-E: COPUS- SINIF GÖZLEM FORMU

COPUS- SINIF GÖZLEM FORMU

		0-2 dakika	2-4 dakika	4-6 dakika	6-8 dakika	8-10 dakika	10-12 dakika	12-14 dakika	14-16 dakika	16-18 dakika	18-20 dakika	20-22 dakika	22-24 dakika	24-26 dakika	26-28 dakika	28-30 dakika
Öğrenci Aktiviteleri	Dinleme(L)															
	Bireysel Düşünme (Ind)															
	Clicker soruları tartışma-grup halinde (CG)															
	Çalışma kâğıdı doldurma (WG)															
	Diğer grup aktiviteleri (OG)															
	Soruları cevaplama (AnQ)															
	Soru sorma (SQ)															
	Tüm sınıf aktiviteleri (WC)															
	Deney ve gösteri hakkında tahmin (Prd)															
	Sunum yapma (SP)															
	Test/Quiz (T/Q)															
	Bekleme (W)															
	Diğer (O)															
		YORUMLAR														
Öğretmen Aktiviteleri	Ders anlatma (Lec)															
	Tahtaya yazı yazar,projektör kullanır. (RtW)															
	Clicker sorular üzerinden sınıfı takip eder (FU _p)															
	Clicker olmayan sorular sorar (PQ)															
	Clicker soru sorar (CQ)															
	Öğrenci sorularını cevaplar (AnQ)															
	Rehberlik etme/ Dolaşma (MG)															
	Birebir çalışma (1o1)															
	Video/Gösteri/Deney (D/V)															
	Ödev/test (Adm) Bekleme (W)															
	Diğer(O)															
	YORUMLAR															
Katılım	Düşük (L)															
	Orta (M)															
	Yüksek (H)															
	YORUMLAR															

(Doğan, 2019; Smith et al., 2013)

ÖĞRENCİ AKTİVİTELERİ İÇİN GÖZLEM KODLARI

KOD	Öğrenci aktiviteleri
L	Öğretmeni dinler/not alır, v.b.
Ind	Bireysel düşünme/problem çözme. Sadece öğretmen öğrencilere “clicker” soruları veya farklı bir soru/problem hakkında kendi kendilerine düşüncelerini sağlamak için açık bir şekilde soru sorduğunda işaretleyin.
CG	2 ya da daha fazla öğrenciden oluşan gruplarda “clicker” soruları bir soru üzerinde tartışır.
WG	Bir çalışma kağıdı doldurma aktivitesinde grup halinde çalışırlar.
OG	Öğretmenin sorularına cevap verme gibi diğer grup aktivitelerine katılır
AnQ	Sınıftaki diğer öğrenciler dinlerken öğrenci, öğretmenin sorusuna cevap verir.
SQ	Öğrenci soru sorar.
WC	Çoğunlukla öğretmen tarafından kolaylaştırılmış sınıf tartışmalarına, tüm sınıfa açıklamalar, fikir, yargı vb. öne sürerek dahil olur.
Prd	Bir gösteri veya deney sonucu hakkında tahminler yapar.
SP	Öğrenci/ler sunum yapar.
TQ	Test ya da quiz
W	Bekler. (öğretmen gecikir, ses-görüntü problemleri düzeltmek için uğraşır, öğretmen başka şeylerle uğraşır, vb.)
O	Diğer- Yorumlanarak açıklanır.

(Smith et al., 2013)

EK-F: KISALTILMIŞ COPUS- SINIF GÖZLEM FORMU KODLARI

	Kısaltılmış kodlar	Bireysel kodlar
Öğretmen:	Sunum (P)	Lec: Ders verme veya bilgi sunma
	Rehberlik (G)	RtW: Gerçek zamanlı yazma D/V: Bir demo, deney veya simülasyonu gösterme veya yürütme FIUp: Clicker sorusu veya etkinliği hakkında takip/geri bildirim PQ: Öğrencilere anlamsız soru sormak CQ: Clicker sorusu sormak (yalnızca ilk sorulduğunda değil, tüm zaman boyunca) AnQ: Öğrenci sorularını tüm sınıfa dinleme ve yanıtlama MG: Devam eden öğrenci çalışmalarına rehberlik ederek sınıfta ilerlemek
Öğrenciler:	İdare (A) Diğer (OI)	1o1: Bireysel öğrencilerle bire bir genişletilmiş tartışma Adm: Yönetim (ödev verme, testleri iade etme, vb.) W: Bekliyor (öğretmen gecikti, teknik sorunları çözmeye çalışıyor) O: Diğer
	Alma (R) Sınıfla konuşma (STC)	L: Öğretmeni dinleme AnQ: Eğitimden tarafından sorulan soruyu yanıtlayan öğrenci SQ: Öğrenci soru sorar WC: Tüm sınıf tartışmasına katılan öğrenciler SP: Tüm sınıfa sunum yapan öğrenciler
	Çalışma (GB)	Ind: Bireysel düşünme/problem çözme CG: Öğrenci gruplarında clicker sorusunun tartışılması WG: Çalışma sayfası etkinliği üzerinde gruplar halinde çalışma OG: Diğer atanan grup etkinliği Prd: Bir demo veya deney hakkında tahminde bulunmak
	Diğer (OS)	TQ: Test veya bilgi yarışması W: Bekliyor (öğretmen gecikti, teknik sorunları çözmeye çalışıyor) O: Diğer

(Smith et al., 2014)

EK-G: 5. SINIFLAR DENEY GRUBU DERS PLANI

5. SINIFLAR DENEY GRUBU UYGULAMA SÜRECİ / YAPILAN UYGULAMALAR

UYGULAMA SÜRECİ	UYGULAMALAR		
UYGULAMA ÖNCESİ	Gerekli izinlerin alınması		
	Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesi Deney gruplarına bilgilendirme yapılması 21.yy becerileri ön test uygulanması Yaratıcılık testi ön test uygulaması		
1. HAFTA		DERSİN GENEL İŞLEYİŞİ	BİYOMİMİKRI İLE BAĞLANTI
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilere video 1 "Biyçeşitliliğin Doğal Yaşam İçin Önemi" izletilir. Çalışma kâğıdı 1 gruba uygulanır.	Öğrencilere slayt 1 "Biyomimikri nedir?" izletilir. Öğrenciler "fark ettikleri" ve "merak ettikleri" yerel veya küresel bir sorun belirler.
	2 ders saati	Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilere video 2 "Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika" izletilir. "Bu dinozor da kim?" yazısı üzerine beyin fırtınası yapılır. Slayt 2 "sayısı azalmak üzere olan bitki ve hayvanlar" izletilir.	Öğrenciler Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırır ve en tuhaf olduğunu düşündükleri türleri belirler. Çalışma kâğıdı 2 bireysel uygulanır.
		Kart eşleştirme oyunu oynanır.	

		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilere gazete haberi sınıfta okunur ve tartışılır. Çalışma kâğıdı 3 bireysel uygulanır.	Öğrenciler “fark ettikleri” ve “merak ettikleri” yerel veya küresel bir sorunun nedenlerini ve etkilerini belirler. Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri hakkında bilgi edinilir.
2. HAFTA		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle Sanal Hayvanat Bahçesi gezisi yapılır. Çalışma kâğıdı 4 bireysel uygulanır.	Dünya genelinde canlı yayın yapan çeşitli hayvanat bahçeleri sınıfta öğrencilerle izlenir, gözlemler yapılır.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerin hem insan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini fark etmeleri hem de yerel veya küresel bir sorunun çözümünde doğayı gözlemleyerek ilham alabilmeleri için geziye gidilir. Çalışma kâğıdı 5 ve çalışma kâğıdı 6 bireysel uygulanır.	
3. HAFTA		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle yerel ve küresel çevre sorunların çözümüne ilham verebilmesi için kart destesi incelenir. Çalışma kâğıdı 7 gruba uygulanır.	Öğrencilerin doğanın stratejilerinin ne kadar ilham verici olabileceğini keşfetmeleri için biyomimikri kart destesi sınıfta incelenir.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle geçmişe ve günümüze dair fotoğraflar incelenerek insanın çevre üzerindeki etkisi fark edilir.	Öğrencilerin yakın çevrelerinde belirledikleri sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham

4. HAFTA		“Eski Keçiören” adlı metin sınıfta okunur.	alnabileceğinin tespit edilmesi.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Çalışma kağıdı 8 gruba uygulanır.
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilere “çevreci yeşil binalar” belgeseli izletilir.	“Ask Nature” web sitesi tanıtılır.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Tasarım fikirleri oluşturulur ve güçlü/zayıf yönleri belirlenir.
5. HAFTA			Çalışma kağıdı gruba 9 uygulanır.
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle çevre kirliliği fotoğrafı üzerine beyin fırtınası yapılır.	Öğrencilerden biyomimikri olduğunu düşündükleri tasarımlara örnekler vermeleri istenir.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Çalışma kağıdı 10 gruba uygulanır.
		Deney grubundaki her bir öğrencinin ekolojik ayak izi hesaplanır.	Çalışma kağıdı 11 bireysel uygulanır.
6. HAFTA	2 ders saati	Çalışma kağıdı 12 gruba uygulanır.	
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
	4 ders saati	Deney grubundaki öğrencilere video 3 “Küresel ısınma” izletilir.	Öğrenciler tasarım fikirlerinin modellerini yapar ve sunar. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir.
		Slayt 3 “küresel ısınma haberleri” izletilir.	
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Çalışma kağıdı 13 gruba uygulanır.
UYGULAMA SONRASI	<ul style="list-style-type: none"> • 21.yy becerileri son test uygulanması • Yaratıcılık testi son test uygulaması 		

5. SINIFLAR DENEY GRUBU DERS PLANI

1. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.

1. Adım: BİYOMİMİKRI

Güvenlik Önlemleri: Öğrencilerin güvende olmalarını ve dersin verimli bir şekilde işlenmesini sağlamak için alınacak güvenlik önlemleri; Ders öncesinde videoların içerik ve uygunluk kontrolü, tahtaya asılan balık resimleri veya diğer görsel materyallerin düşmemesi ve öğrencilere zarar vermemesi için sağlam bir şekilde asılması



Biyomimikri canlıların işlevlerine ve stratejilerine odaklanarak yenilikçi tasarımlara ilham vermesidir. Bu aşamada biyomimikri keşfedilerek öğrenciler motive edilir.

Motivasyon bölümünde amaç, öğrencilerin yerel veya dünya çapında keşfetmek istedikleri bir sorunu belirlemeleridir. Öncelikle öğrencilere biyomimikri terminolojisinde yer alan biyolojik modeller, biyolojik strateji, biyomimikri, tasarım, fonksiyon, organizma v.b. kelimeler; ilgili ders kazanımının karşılanmasına yönelik olarak biyoçeşitlilik, doğal yaşam, nesli tükenen canlılar, habitat, ekosistem açıklanır ve güçlü bir kavramsal temel oluşturmaları sağlanır.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğrencilerin biyomimikriyi ve biyolojik modeller, biyolojik strateji, biyomimikri, tasarım, fonksiyon, organizma v.b. kavramlarını tanımasını amacıyla öğretmen slayt hazırlamıştır. Öğretmen dersten önce slaytı kontrol etmiş ve provasını yaparak sunum

esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmeyi planlamıştır. Biyoçeşitlilik, doğal yaşam, nesli tükenen canlılar, habitat, ekosistem kavramlarını ne olduğunu keşfetmek ve öğrencilerin motivasyonunu artırmak için öğretmen derse çeşitli balık türleri ile başlamak üzere hazırlanmıştır.

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencileri güdüleyebilmek için sınıfa getirdiği hamsi, lüfer, istavrit, somon vb. balık resimlerini tahtaya asar. Öğrencilere ne sıklıkta balık yediklerini, hangi balığı daha çok sevdiklerini ve bütün balıkların tadının, görüntülerinin aynı olup olmadığını sorar ve onlardan bu durumla ilgili düşüncelerini alır. Ayrıca öğrencilere çevremizde bizimle beraber yaşayan hangi canlı türlerinin olduğunu da sorar ve öğrencilerin fikirlerini alır. Bu şekilde 2. ünite de öğrenmiş oldukları canlıların sınıflandırılması konusuna da vurgu yapılır ve hazır bulunuşlukları artırılır. Bu düşüncelerden hareketle biyoçeşitliliğin tanımı öğrencilerle beraber yapılır.

DERSİ GELİŞTİRME

Yukarıdaki gözlem ve tartışma işleminden sonra Biyomimikri ile ilgili slayt sınıfta izletilir. Ardından öğretmen biyoçeşitlilik ve biyomimikri arasındaki bağlantıyı kurmak amacıyla şu soruyu yöneltmiştir: “Bir ekosistemdeki biyoçeşitliliğin fazla olmasının diğer canlılara ne gibi ne gibi faydası olacaktır?” Bu soruya yanıt verebilmek için ise Biyoçeşitliliğin Doğal Yaşam için önemini anlatan bir video açılır ve örneklerle açıklanır.

Biyomimikrinin en sade şekliyle yaşamın taklit edilmesi olduğu düşünülürse, her bir organizma en az bir problemin çözümünde uzmandır ve onlardan en az 10 milyon çözüm öğrenebiliriz. Kısacası ne kadar biyolojik çeşitlilik, o kadar tasarım yaparken bizi bilgilendirecek biyolojik model demektir. Bu sebeple eğitim öğretimde canlıların yaşam şekillerinin ve doğanın model olarak alınması, karşılaştığımız güçlüklerle doğanın nasıl baş ettiğini sorgulanması yeni bir anlayış oluşturabilir. Böylece hem öğrencilere Biyomimikri tanıtılmış hem de biyomimikrinin biyolojik çeşitlilik açısından önemi vurgulanmış olur.

Biyomimikrinin doğayı gözlemleninin ötesinde doğadan öğrenmeyi amaçladığı, organizmaların sahip olduğu özelliklerin hayatta kalmalarına ve gelişmelerine nasıl yardımcı olduğu ve insanların yerel veya küresel sorunlarına çözüm tasarımları için onlardan nasıl ilham aldıkları da keşfedilir.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Aşağıdaki çalışma kağıtları öğrencilere dağıtılır ve tamamlamaları istenir.

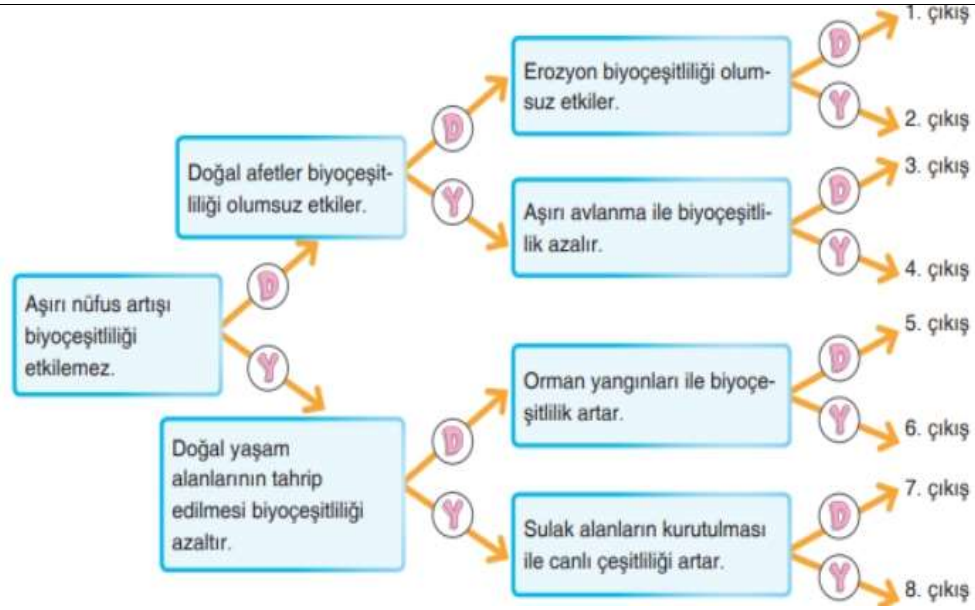
Öğrencilerden bir sonraki haftaya kadar çevrelerini gözlemlenmeleri istenir. Gözlemlerini yaptıktan sonra onlardan “Fark Ettikleri” ve “Merak Ettikleri” yerel veya küresel bir sorunu bireysel olarak araştırmaları ve yazılı olarak port folyolarına eklemeleri istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 1:

GRUBUN ADI:

SORULAR

A.Aşağıda verilen bilgilerin doğru “D” ya da yanlış “Y” olduğuna karar vererek hangi çıkışa ulaşılır?



B. Aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Biyoçeşitliliğin sağladığı yararlar nelerdir?

.....

 ...

2. Biyoçeşitliliği olumsuz etkileyen olaylar nelerdir?

.....

 ...

3. Biyomimikri nedir?

.....

4. Biyoçeşitlilik ile biyomimikri birbirini nasıl etkilemektedir? Açıklayınız.

.....

...

2. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

1. Adım: BİYOMİMİKRI

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.

Güvenlik Önlemleri: Kart eşleştirme oyunu sırasında öğrencilerin grup içinde iş birliği yapmaları ve oyunu güvenli bir şekilde oynamaları sağlanmalıdır. Oyun materyali düşme veya yaralanma riskini minimize etmelidir.

MOTIVE (Motivasyon)

Ülkemizde ve Dünyada nesli tükenen veya tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan bitki ve hayvanlara örnekler verir. Biyomimikri canlıların işlevlerine ve stratejilerine odaklanarak yenilikçi tasarımlara ilham vermesidir. Bu aşamada biyomimikri keşfedilerek öğrenciler motive edilir.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğrencilerin ülkemizde ve dünyada nesli tükenen veya tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan bitki ve hayvanları keşfetmeleri amacıyla öğretmen dersten önce “Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika” adlı videoyu derste göstermek üzere hazırlamıştır.

Öğretmen dersten önce videoyu kontrol etmiş ve provasını yaparak sunum esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmeyi planlamıştır. Ayrıca “Bu dinazor da kim?” adlı çeşitli dinazorlar hakkında bilgiler ve 3 boyutlu görseller içeren yazıyı da dersten önce hazırlamıştır. Biyoçeşitlilik, ülkemizde ve dünyada nesli tükenen canlılar ile ülkemizde ve dünyada nesli tükenme tehlikesi altında olan canlıların hangileri keşfetmek ve öğrencilerin motivasyonunu artırmak için öğretmen kart eşleştirme oyununu da dersten önce hazır bulundurur.

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencilerin derse ilgisini çekmek ve güdüleyebilmek için akıllı tahtadan “Bu dinazor da kim?” yazısını açar ve 3864kg kütleyle/ 3m boya sahip olan günde en az 140kg et yiyebilen T.Rex ile 91kg kütleyle/ 0,8m boya sahip, yumuşak bodur bitkilerle beslenen Stygimoloch türlerinin 3 boyutlu görsellerini açar. Öğrencilere “acaba dinazorların nesli neden tükendi?” sorusunu yönelterek ön bilgilerini yoklar. Ardından krater çarpmasının dinazorların sonunu getirmesinin yanında, özellikle krater bölgesi ve çevresinin Ay yüzeyi kadar ıssız ve sessiz hale gelmesine sebep olduğunu ve çarpma bölgesindeki diğer bitkilerin ve hayvanların da zarar gördüğünü açıklayan “Dinazorlar yok olduktan 10dk sonra” adlı videoyu açmıştır. Videonun izlenmesinin ardından öğrencilere “acaba dünya üzerinde nesli tükenen tek canlı türü dinazorlar mıdır? Neden böyle düşünüyorsunuz?” sorusunu yönelterek öğrencileri derse aktif katılmaları konusunda cesaretlendirmiştir.

DERSİ GELİŞTİRME

Ülkemizde ve dünyada gitgide sayısı azalmakta olan bitki ve hayvanların neler olduğunun öğrenilmesi amacıyla hazırlanan slayt gösterisi ile bu canlılar tanıtılır. Ardından öğrencilere bu canlıların korunması yönünde duyarlılık kazandırılması amacıyla sınıfta tartışma ortamı yaratılarak düşünceleri paylaşmaları sağlanır. Böylece eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi sağlanır.

Ülkemizde nesli tükenen canlıların, Dünyada nesli tükenen canlıların, Ülkemizde nesli tükenme tehlikesinde olan canlıların ve Dünyada nesli tükenme tehlikesinde olan canlıların kavranması amacıyla kart eşleştirme oyunu oynanır:



Yukarıdaki canlılardan oluşturulan eşleştirme kartları her bir gruba dağıtılır ve grupların Kart eşleştirme oyununu grup içinde sırayla oynamaları, eşini bulduğu kartların;

Ülkemizde nesli tükenen canlılar

Dünyada nesli tükenen canlılar

Ülkemizde nesli tükenme tehlikesinde olan canlılar

Dünyada nesli tükenme tehlikesinde olan canlılar gruplarından hangisine ait olduğunu grubun diğer üyeleriyle paylaşmaları istenir.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Bir önceki derste araştırarak tespit etmelerinin istendiği “Fark Ettikleri” ve “Merak Ettikleri” yerel veya küresel sorunun ne olduğu her öğrenciye söz vererek ayrı ayrı dinlenir öğretmen gerekli dönütleri verir. Ardından öğrencilere araştırma yapmaları ve canlılar hakkında daha fazla bilgi edinmeleri amacıyla aşağıdaki çalışma kâğıdı dağıtılarak bir sonraki derse tamamlayarak getirmeleri istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 2:

DÜNYA’DAKİ EN TUHAF TÜR

Doğada bulunan bazı canlılar çeşitli özellikleriyle bizi şaşırtmaktadır. Etçil bitkiler, çubuk şeklindeki böcekler ve bazı mantarlar ilk akla gelen tanıdık örneklerden sadece birkaçıdır. Bunların dışında birçok mikroskobik canlılar da tuhaf özellikler barındırmaktadır.

Bu etkinlikte sizlerden kendi araştırmanızı yapmanızı bekliyorum. Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırarak ve en tuhaf olduğunu düşündüğünüz türleri belirleyeceksiniz.

Yalnızca gerçek türler (canlı veya soyu tükenmiş; hayvanlar, bitkiler, mantarlar, mikroorganizmalar veya virüsler) seçilebilir. Efsanevi türler (örn. tek boynuzlu atlar) veya bireysel organizmalar (örn. Ahtapot Paul) kabul edilmeyecektir.

Yazılı olarak ve kendi cümlelerinizle, seçtiğiniz türün neden dünyadaki en garip organizma olduğunu düşündüğünüzü açıklayın. Açıklamalarınızı yaparken aşağıdaki kriterlere dikkat ediniz:

- Bu türü en tuhaf yapan nedir? Görünüşü mü yoksa başka bir özelliği mi?
- Ne ile besleniyor?
- Nasıl hareket ediyor?
- Yaşam alanı neresi?
- Nasıl çoğalıyor?
- İnanılmaz özellikler sergileyebiliyor mu? Derinlere dalma, aşırı yüksekten uçabilme, aşırı soğuk veya aşırı sıcak koşullarda yaşayabilme? Bunları nasıl yapabiliyor?
- Organizma hangi fiziksel ilkeleri kullanıyor?

Açıklama yazınızın sonunda, bilgileri elde ettiğiniz tüm kaynaklarını listeleyin (web siteleri, kitaplar, TV belgeselleri, öğretmeniniz vb). İsteğe bağlı olarak, yazınıza organizmanın bir resmini veya videosunu ekleyebilirsiniz. Organizmayı kendiniz çizebilir, fotoğraflayabilir veya videoya çekebilirsiniz.

Hazırladığınız ödevi portfolyonuza ekleyiniz.

3. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

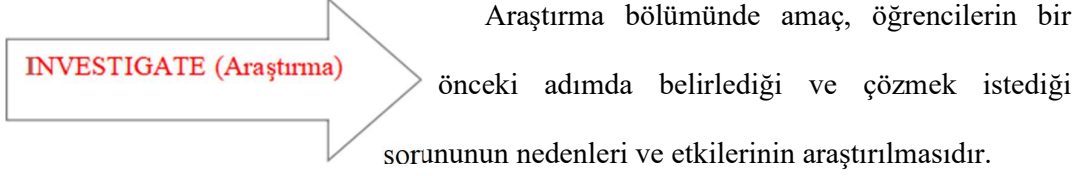
Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

**2.Adım: PROBLEM
DURUMU**

Kazanım 2: Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır. Belirlenen problemin nedenleri ve etkileri tespit edilir.4

Güvenlik Önlemleri: Haberin kaynak ve içerik açısından güvenilirliğinin kontrolü, öğrencilerin düşüncelerini serbestçe ifade etmeleri teşvik edilirken, saygılı ve yapıcı bir tartışma ortamının korunması



MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

30 BİNDEN FAZLA CANLI TÜRÜNÜN NESLİ TÜKENME TEHLİKESİYLE KARŞI KARŞIYA

Uluslararası Doğayı Koruma Birliği, 30 bini aşkın canlı türünün neslinin tükenme tehdidi altında olduğu uyarısında bulundu.

Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu, yaban hayatının özgün değerleri ve etrafında örülüş yaşam ağının sürdürülebilir kalkınmaya ve insanların refahına sağladığı katkıya dikkati çekmek amacıyla 20 Aralık 2013'te düzenlenen oturumunda, 3 Mart'ı "Dünya Yaban Hayatı Günü" ilan etti.

AA muhabirinin, bu gün dolayısıyla Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) verilerinden derlediği bilgilere göre, geçen yıl 26 bini aşkın canlı türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya iken bu sayı, bu yıl 30 bini geçti.

IUCN'nin yayımladığı "Kırmızı Liste"ye göre, yüzergezerlerin yüzde 41'i, kozalakların yüzde 34'ü, mercan resiflerinin yüzde 33'ü, memelilerin yüzde 25'i ve kuşların yüzde 14'ü nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan canlılar arasında bulunuyor.

Her geçen yıl bir önceki yıla göre nesli tükenme tehdidiyle karşı karşıya olan canlı türleri sayısının arttığına dikkati çeken IUCN, bu bağlamda, biyoçeşitliliğin de giderek azaldığına vurgu yapıyor.

Birçok canlı türünün neslinin tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olmasının nedenleri arasında küresel ısınma, kaçak avlanma ve doğal yaşam alanlarının giderek azalması gösteriliyor. Tarım, mobilyacılık, madencilik sektörleri ve altyapı için arazi kullanımının da doğal yaşam alanlarını yok ederek bitki ve hayvan türlerinin geleceğini tehdit ettiği belirtiliyor.

Organize suç gruplarının da nesli tükenmekte olan hayvanları öldürerek parçalarını satması ve yasa dışı evcil hayvan ticareti yapılması da diğer risk unsurları arasında yer alıyor.

Yıl sonuna kadar en az 160 bin türün kategorilendirilmesi hedefleniyor

Uzmanlar, ekosistemde önemli rol oynayan yaban hayatının, dünyanın doğal dengesinin sürmesi için korunması gerektiğine dikkati çekiyor.

Yaban hayatındaki çeşitliliğin azalmasının insanlar üzerinde büyük etkisi olacağı uyarısında bulunan uzmanlar, bu durumun çatışmalara bile yol açabileceğine işaret ediyor.

Öğrencilerin biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri keşfetmeleri amacıyla öğretmen dersten önce bir gazete haberi hazırlamıştır. Gazete haberinin sınıfta okunup tartışılarak konunun kavranması amaçlanmaktadır.

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencilerin derse ilgisini çekebilmek için bugün derse bir gazete haberi getirdiğini ve haber hakkında öğrencilerinin fikirlerini merak ettiğini söyler ve haber sayfasını sınıfta bulunan akıllı tahtaya yansıtır:

DERSİ GELİŞTİRME

Gazete haberine dayanarak, öğrencilere biyoçeşitliliği tehdit eden faktörlerin neler olabileceğini sorar ve beyin fırtınası başlatır. Öğrencilerin, demokratik bir eğitim ortamında fikirlerine sınırlama getirmeden düşüncelerini ortaya koymalarına beyin fırtınası denir. Sınıf içerisinde tartışma ortamını yaratabilmek için gerektiği zamanlarda aşağıdaki sorular ile öğrencileri yönlendirir:

Biy çeşitliliği neler tehdit etmektedir?

Doğa ve çevre üzerinde insanların etkisi nelerdir?

İnsan faaliyetleri biyoçeşitliliğin azalmasında etkili midir?

Karada yaşayan canlıların sayısının azalmasında neler tehdit oluşturmaktadır?

Suda yaşayan canlıların sayısının azalmasında neler tehdit oluşturmaktadır?

Havada yaşayan canlıların sayısının azalmasında neler tehdit oluşturmaktadır?

Biy çeşitliliğin azalmasını engellemek için neler yapılabilir?

İklim, iklim değişikliği, ekolojik denge v.b. kavramlar açıklanır. Sorunun çözülmesi için karşılaşılabilecek fiziksel, yasal, ekonomik, politik, sosyal, etik veya zaman ve mekanla ilgili kısıtlamalar da araştırılmalıdır. İklim krizinin, doğa ve çevre üzerinde insan etkisinin neler olduğu üzerinde durulur.

Bir önceki derste araştırmış oldukları Dünya'daki en tuhaf olduğunu düşündükleri türleri açıkladıkları yazılar toplanır, incelenir ve öğrencilere tek tek dönüt verilir.

Dünyada 10 milyon civarında canlı çeşidi olduğunu düşünmektedirler Artan nüfus, endüstriyel ve kentsel gelişim, tarım ilaçları, iklim değişikliğinin etkileri, sera gazı salınımı, ozon tabakasının incilmesi ve insan faaliyetleri sonucunda kara ve su ekosistemleri olumsuz etkilenmekte, bunun sonucunda da biyoçeşitlilik azalmaktadır. Biyoçeşitliliğin azalması sonucunda bazı canlılar hayatlarını devam ettiremeyeceği için doğal denge bozulacaktır. Bugün tehlike altında olmayan birçok tür, gelecekte büyük olasılıkla tehdit altına girecektir. Bu nedenle var olan sistem sürdürülebilir bir yöntem değildir ve biyomimikri ile uyumlu yaklaşımları benimsemek gerekmektedir.

Biyomimikrinin en sade şekliyle yaşamın taklit edilmesi olduğu düşünülürse, her bir organizma en az bir problemin çözümünde uzmandır ve onlardan en az 10 milyon çözüm öğrenebiliriz. Kısacası ne kadar biyolojik çeşitlilik, o kadar tasarım yaparken bizi bilgilendirecek biyolojik model demektir.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörlerin neler olduğu öğretmen tarafından özetlenir ve öğrencilere aşağıdaki çalışma kağıdı dağıtılır.

ÇALIŞMA KAĞIDI 3:

BİYOÇEŞİTLİLİK

Aşağıda yer alan ifadelerden hangileri biyoçeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır? İşaretleyiniz.

Aşırı avlanma	
Ormanlık alanların koruma altına alınması	
Tarımda doğal gübre kullanımının yaygınlaştırılması	
Küresel ısınma	
İklim değişikliği	
Plansız kentleşme	
Geri dönüşüme önem verilmesi	
Erozyon	
Atık suların arıtılması	
Doğal kaynakların aşırı kullanımı	
Fabrika bacalarına filtre takılması	
Sulak alanların kurutulması	
Organik tarımın yaygınlaştırılması	
Çevre kirliliği	
Ağaçlandırma	
Aşırı nüfus artışı	

Bir önceki adımda yerel veya küresel alanda belirlediğiniz ve çözmek istediğiniz sorununun;

a) Nedenleri nelerdir?

.....

.....

.....

.....

b) Etkileri nelerdir?

.....

.....

.....

Öğrencilerden bir sonraki derse hazırlık olarak sürdürülebilirliğin ne olduğunun araştırılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden bir tanesini seçerek etkilerinin neler olacağının rapor haline getirilerek portfolyolarına eklemeleri istenir.

4. GÜN

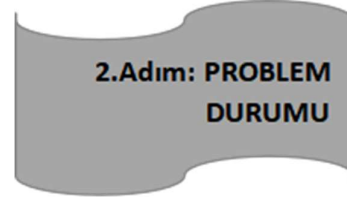
Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

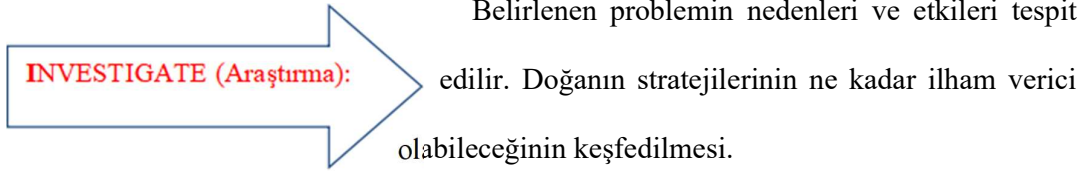
Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati



Kazanım 1: Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.

Güvenlik Önlemleri: İnternet güvenliği ve İnternet bağlantısı kontrolü



MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Canlıları kendi doğal ortamlarında gözlemleyebilmek amacıyla dünya genelinde çeşitli hayvanat bahçelerinden canlı yayın yapan web siteleri dersten önce hazırlanmış ve olası aksaklıklara karşı ders başlamadan kontrol edilmiştir. İncelenmesi planlanan hayvanat bahçelerinin listesi aşağıda listelenmiştir:

Edinburgh Hayvanat Bahçesi (İngiltere) - CANLI

Marwell Hayvanat Bahçesi (İngiltere) - CANLI

Dublin Hayvanat Bahçesi (İrlanda) - CANLI

San Diego Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI

Houston Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI

Yaşayan Sahil Vahşi Gezegeni (İngiltere) - CANLI

Paignton Hayvanat Bahçesi (İngiltere) - CANLI

Smithsonian Ulusal Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI

Clearwater Marine Akvaryumu'ndaki (ABD) Kapalı Otopark - CANLI

Reid Park Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI

Chattanooga Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI

Monterey Bay Akvaryumu (ABD) – CANLI

Kansas Hayvanat Bahçesi (ABD) – CANLI

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen, öğrencilerine daha önce hayvanat bahçelerine gidip gitmediklerini sorarak derse giriş yapar. Giden öğrencilerden neleri gözlemlediklerini anlatmalarını ister. Hayvanat bahçesinde sadece hayvanlara odaklanmak yerine, bahsedilen hayvanın bulunduğu yaşam alanının da hatırlanarak izlenimlerini aktarmaları istenir.

DERSİ GELİŞTİRME

Hayvanat bahçeleri insanlar tarafından gözlenen, algılanan ve eğitimsel mesajlar içeren mekânlardır. Hayvanat bahçesi ziyaretçilerin doğal sergi alanlarında, hayvanların yaşam çevreleri hakkında bilgi edinecekleri ve hayvan davranışlarının ilginçliğini keşfedecekleri çevreler olarak tasarlanmaktadır. Modern hayvanat bahçelerinde, her hayvan türünün yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli koşulların sağlanabilmesi önemlidir. Bunun için sergilenecek hayvanların doğal habitatları incelenip, yaşam isteklerini ortaya koyacak uzman kişiler gereklidir. Sergi alanlarının doğal ortama uygun düzenlenmesi ziyaretçiye, hayvanın gerçek davranışlarını göstermesini sağlar. Böylece hayvanların esaret altında olmasının getirdiği olumsuz etkiler en aza indirilerek, kaçınılmaz olan bu durum

hayvanların daha çekici olmasını sağlayacak şekle döndürülür. Hayvanat bahçesi tasarımı, tasarım grubu, peyzaj mimarı, mimar, mühendisler, zoologlar ve ekoloji danışmanlarından oluşturulur.

Öğretmen dünya genelindeki birkaç hayvanat bahçesine canlı olarak bağlanacaklarını ve çeşitli türleri ortamlarında izleyeceklerini söyler. Bu esnada öğrencilere çalışma kâğıdı dağıtır ve öncelikle çalışma kâğıdını gözden geçirmelerini, gözlemleri sırasında çalışma kâğıdını tamamlamalarını ister. Yukarıda listelenen hayvanat bahçelerine sınıfta bulunan akıllı tahta ile sırasıyla bağlanır ve tüm sınıf gözlemlerini yapar.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere dağıtılan çalışma kâğıtlarında yer alan soruların cevaplarının gönüllü öğrenciler tarafından okunması istenir. Konuşmak istemeyen öğrenciler de cesaretlendirilerek derse katılım artırılmaya çalışılır. Birinci soru sanal hayvanat bahçesi gezisi başlamadan cevaplanmıştır.

ÇALIŞMA KAĞIDI 4:**SANAL HAYVANAT BAHÇESİ GEZİSİ**

Sanal geziden beklentileriniz nelerdir (eğlenmek, hayvanları anlamak, tecrübe edinmek, hayvanları görmek, hayvanların yaşam alanını görmek v.b.)?

En çok ilginizi çeken ne oldu? Neden?

Canlıların özellikleri ile yaşam alanları arasında bir ilişki var mıydı?

Biyçeşitliliği tehdit ettiğini düşündüğünüz olumsuz bir durum var mıydı? Varsa bu sorunun nedenleri ve etkileri nedir?

Hayvanat bahçesi gezisinden ne kazandığınızı düşünüyorsunuz?

Gezi esnasında gördükleriniz ile Fen Bilgisi dersinde öğrendikleriniz arasında ilişki var mı? açıklayınız.

Gezi sonrasında Fen Bilgisi dersine dair düşüncelerinizde değişiklik oldu mu?

5. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder.

Konu / Kavramlar: Çevre kirliliği, çevreyi koruma ve güzelleştirme, insan-çevre etkileşimi (insanın çevreye etkisi), yerel ve küresel çevre sorunları.

Güvenlik Önlemleri: Okul müdürlüğünden gezi planını içerecek şekilde (Gezinin konusu, gezinin amacı, gezinin hangi ders veya sosyal etkinlik kapsamında planlandığı, geziden beklenen öğrenci kazanımları/hedef ve davranışlar, gezinin başlama ve bitiş tarihi, gezi yeri/yerleri, geziye gidilecek yol güzergahı, geziden dönüş yol güzergahı, gezi sırasında alınacak güvenlik önlemleri, geziye katılacak toplam öğrenci sayısı) yasal izin alınmıştır. Ayrıca okul müdürlüğüne geziye katılacak yönetici, öğretmen, öğrenci ve velilerin listesi hazırlanıp sunulmuştur. Geziye katılacak her bir öğrencinin velisinden de okul gezisine katılmasına izin verdiklerini belirten dilekçeler imzalı olarak toplanmıştır. Acil durumlar için iletişim bilgisi sağlanmıştır.

Gezilecek okul dışı öğrenme ortamı kuralları gereği 'beyin fırtınası çalışması' okul dışı öğrenme ortamı gezisi öncesinde yapılır. Beyin fırtınası boyunca öğrenciler gezilecek okul dışı öğrenme ortamında uyulması gereken kuralların neler olması gerektiği konusunda önerilerde bulunurlar. Bu öneriler tahtaya yazılır, tespit edilen kurallar doğrultusunda bir okul

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

dışı öğrenme ortamı gezisi canlandırılır. İyi bir okul dışı öğrenme ortamı gezisinin nasıl organize edilmesi gerektiği tartışılır.

Dijital kayıt yapabilen cihazlar ile gezi sırasında öğrencilerin doğal ortamı belgelenmesi teşvik edilirken veri güvenliği, gizliliği, erişim kontrolü gibi konularda bilgi verilerek güvenlik önlemlerinin uygulanması sağlanmaya çalışılmıştır.



Doğadan ilham almak, yerel ve küresel sorunları çözmemize nasıl yardımcı olabilir?

Strateji, mekanizma vb. kelimeler açıklanır. Çözmek istediğimiz probleme benzer problemleri çözmek için organizmaların ne tür stratejileri olduğu araştırılır. Bu organizmaların özellikleri, sahip oldukları yetenekler incelenir ve hangi organizmaların çözüme ilham verebileceği belirlenir. Düşünülen tasarım benzer yeteneklere sahip organizmalarla eşleştirilir.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Yerel veya küresel bir sorunun çözümünde doğayı gözlemleyerek ilham alabilmeleri için Ankara ili Keçiören ilçesinde bulunan Evcil Hayvanlar Parkı'na bir gezi düzenlenir. Öğrenci Gezisi Ön Anketi gezi öncesinde, Öğrenci Gezisi Son Anketi de gezi sonrasında doldurulmak üzere öğrencilere dağıtılmıştır.

DERSE GİRİŞ ve GELİŞTİRME

Öğrencilerin fotoğraf makinası, video kamera, tablet, kameralı cep telefonu gibi kayıt yapabilen dijital bir gereç temin etmeleri sağlanır. Öğrencilerden gezgin karakterine bürünmeleri ve gezi esnasında dijital kayıtlar tutmaları istenir. Gezi bitiminde öğrencilerden dijital ortamdaki kayıtlarının sunumlarını yapmaları istenir.

Evcil Hayvanlar Parkı'nda 90 çeşit can dost yaşamakta, kanatlı türleri ise ağırlıklı olmaktadır. Bunlar arasında; Shetland midillisi, eşek, lama, kanguru, devekuşu, tek hörgüçlü

deve, yerli koyun, Ankara keçisi, cüce keçi, ceylan, Ankara Kedisi, tavuk, sülün, iguana, taçlı turna, ördek çeşitleri, flamingo, Çin kazı, beyaz kuğu, tavşan, guinea pig, hindi, kınalı keklik, tavus kuşu (beyaz ve mavi), beçtavuğu, muhabbet kuşu, sultan papağanı, jako papağanı, cennet papağanı, hint bülbülü, Amazon papağanı, kanarya ve 25 çeşit balık bulunmaktadır. Görevli eşliğinde yapılması planlanan bu gezi ile öğrencilerin çeşitli hayvan türlerine ait bilgi edinmesi, biyomimikri sürecinde ilham alabilmeleri için canlıların yapı ve fonksiyonlarına dair bilgi edinmeleri amaçlanmıştır. Biyomimikrinin doğayı gözlemlemenin ötesinde doğadan öğrenmeyi amaçladığı, organizmaların sahip olduğu özelliklerin hayatta kalmalarına ve gelişmelerine nasıl yardımcı olduğu ve insanların yerel veya küresel sorunlarına çözüm tasarımları için onlardan nasıl ilham aldıkları da gezi esnasında vurgulanır.

Gezilecek mekânda, öğrencilerin gruplara ayrılarak münazara, fikir taraması, vızıltı grubu, forum gibi farklı tartışmalar yapmaları bilginin oluşmasını kolaylaştırıcı bir yöntemdir. Tartışma sırasında ortaya atılan düşüncelerin doğru olup olmaması önemsizdir. Önemli olan öğrencinin kendini özgürce ifade edebilmesini sağlamaktır.

DERSİ BİTİRME

Öğrencilerin dijital kayıt yapabilen cihazlarla elde ettikleri verilerden sunum oluşturmaları istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 5:**GEZİ ÖNCESİ ÇALIŞMA KAĞIDI**

Hayvanat bahçeleri nedir? Hayvanat bahçelerinde neler bulunur?

Hayvanat bahçeleri gerekli midir? Niçin?

Daha önce hiç Hayvanat bahçesine gittin mi? Gittiysen isimleri nelerdir?

Hayvanat bahçesinde görmeyi beklediğin, hayal ettiğin şeyler var mı? Yazarmısın?

Gezi esnasında, yerel veya küresel çevre sorunlarına çözüm bulma adına doğadan ilham alabileceğin bir örnekle karşılaşacağını düşünüyor musun?

Bu sayfaya Evcil Hayvanlar Parkında gezerken istediğin şeyleri yazabilir, çizebilir ve aklına takılan soruları not alabilirsin.

ÇALIŞMA KAĞIDI 6:**GEZİ SONRASI ÇALIŞMA KAĞIDI**

Evcil Hayvanlar Parkında gezerken en çok beğendiğin ne oldu? Niçin?

Evcil Hayvanlar Parkında gezerken gördüğün canlıların özellikleri nelerdi?

Evcil Hayvanlar Parkında gezerken çevre kirliliği adına dikkatini çeken bir durum oldu mu?

Evcil Hayvanlar Parkında, çevreyi koruma ve güzelleştirme adına neler yapılabilir?

Evcil Hayvanlar Parkındaki gezi sana insan-çevre etkileşimi (insanın çevreye etkisi)nin nasıl olduğunu düşündürdü? Neden?

Evcil Hayvanlar Parkı gezisi esnasında dikkatini çeken, yerel veya küresel çevre sorunlarına çözüm bulma adına doğadan ilham alabileceğin bir örnek verebilir misin?

6. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder.

Konu / Kavramlar: Çevre kirliliği, çevreyi koruma ve güzelleştirme, insan-çevre etkileşimi (insanın çevreye etkisi), yerel ve küresel çevre sorunları.

Güvenlik Önlemleri: Öğrenci güvenliği, bilgi güvenilirliği, materyal güvenliği ve ders sürecinin verimli ve etkili bir şekilde işlemesi.



Doğadan ilham almak, yerel ve küresel sorunları çözmemize nasıl yardımcı olabilir?



MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen dersten önce öğrencilere biyomimikrinin yerel ve küresel sorunların çözümündeki potansiyelini tanıtmak için biyomimikri ile ilgili kart destesi hazırlamıştır. Kartların ön yüzünde doğadaki yapıya veya canlıya ait fotoğraf ile ondan ilham alınarak ne tür inovasyon yapıldığı arka yüzünde ise açıklamalar yer alacaktır. Kart destesi ile öğrencilerde farkındalık oluşması ve yaratıcılığın teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede öğrenciler doğanın stratejilerinin ne kadar ilham verici olabileceğini keşfedecektir. Kart destesinde yer alan bir kartın ön ve arka yüzüne dair örnek aşağıda verilmiştir:

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

KARTIN ÖN YÜZÜ

KARTIN ARKA YÜZÜ

 <p>Fil Hortumu</p>	<p>Fillerin hortumundaki kemik yapısında rahat hareket etmeyi sağlayan ve kolayca kıvrılabilen diskler bulunur.</p>
 <p>Robotik Kol</p>	<p>Robotik kol yapımında, hortumun işlevine dikkat edilerek esnek hareketin kolaylaştırılması amaçlanmıştır.</p>

Kaynak: Uçar, S. (2020)

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencileri güdüleyebilmek için sınıfa getirdiği kart destelerini öğretmen masasının üzerine koyar ve bugün bir grup etkinliğinin yapılacağını söyler. Eline desteden bir adet kartı alır ve ön yüzlerinde fotoğraf, arka yüzlerinde ise açıklamalar olduğunu söyler. Gerekli açıklamaların yapılmasının ardından kartları gruplara eşit olarak dağıtır.

DERSİ GELİŞTİRME:

İdeal olarak her gruba 4-5 kart verilir ve bireysel olarak birkaç dakikalık incelemenin ardından grup üyelerinin kartları birbirleri ile değiştirmeleri gerektiğini söyler. Grup masaları ve sıraları grup üyeleri birbirine bakacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir öğrencinin gerekmesi durumunda yazmak/çizmek üzere defteri ve alanı hazır bulundurulacaktır. Grup üyeleri her bir kartı inceledikten sonra kendi grubundaki arkadaşına verir ve tüm grup üyeleri kendilerine verilen kartları incelemiş olur. Ardından gruplar arasında kart değişim yapılır ve her öğrenci her bir kartı inceleme imkânı bulmuş olur.

İncelemelerin tamamlanmasının ardından her bir grup üyesi önceki iki derste hazırlamış olduğu fark ettiği yerel veya küresel sorun ile dünyanın en tuhaf canlısına dair yazılı açıklamalarını hazır bulundurur. Her bir öğrenci grup arkadaşlarının hazırladığı bilgileri inceler ve grup üyelerinin kendi aralarında tartışarak beyin fırtınası yapmaları istenir. Öğrencilerin, demokratik bir eğitim ortamında fikirlerine sınırlama getirmeden düşüncelerini ortaya koymalarına beyin fırtınası denir. Grupların beyin fırtınaları esnasında ses düzeylerinin artabileceği ihtimaline karşın gruplar arasında birbirlerini rahatsız etmeyecek kadar uzaklık bulunmasına da dikkat edilmiştir. Tartışmalar esnasında öğrencilerin yenilikçi ve aynı zamanda birbirlerinin görüşlerine saygılı olacak şekilde beyin fırtınası yapmalarına özen gösterilecektir. Çalışma kâğıdı olarak biyomimikri kart destesi çalışma kâğıdı dağıtılacaktır.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere aşağıdaki çalışma kâğıdı dağıtılır ve grup üyelerinin birlikte düşünerek tamamlamaları istenir:

ÇALIŞMA KAĞIDI 7:

GRUBUN ADI:

BİYOMİMİKRI KART DESTESİ

Kart destesinde incelediğiniz ve/veya arkadaşınızın incelediği tuhaf canlı yeni ve farklı bir sorunun çözümü için nasıl ilham kaynağı olabilir? Aşağıya yazınız.

Kart destesinde incelediğiniz yapılardan veya özelliklerden 6 tanesini anımsayın ve her yapı veya özellik için aşağıdaki ifadeyi tamamlayın:

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

Örnek: *Yarasanın buruşuk burnu, onu ses dalgalarını yakalamada bir şampiyon yapıyor.*

Örnek: *Fillerin hortumundaki kolayca kıvrılabilen diskler onu esnek hareket edebilmede bir şampiyon yapıyor.*

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

“ _____'ları onu _____'de şampiyon yapıyor.”

7. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

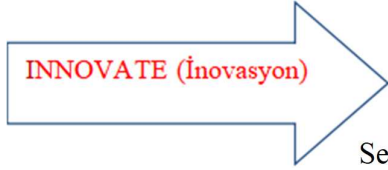
Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Kazanım 1: Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar.

Güvenlik Önlemleri: Öğrencilerin materyalleri güvenli bir şekilde kullanmalarının sağlanması, derste kullanılan materyallerin güvenli bir şekilde muhafazası ve kullanılması



Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturulabiliriz sorusuna odaklanılır. Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri

inovasyonu yaratılır.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

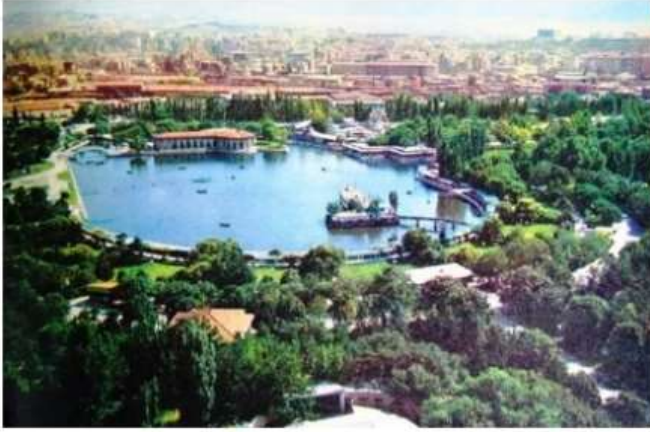
Öğretmen derse dikkat çekebilmek için ayrı ayrı şeffaf poşetler içerisinde çeşitli canlı ve cansız madde örnekleri (domates, toprak, yoğurt, mikroskobik canlı resmi, su, hayvan resmi vb.) hazırlar. Ayrıca çevremizde meydana gelen değişiklikleri sorgulayabilmek amacıyla geçmiş ve günümüzden fotoğraf örneklerini ve Keçiören ilçesi hakkında bilgilendirme metnini de hazır bulundurur.

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen hazırlamış olduğu materyallerle derse gelir ve öğretmen masasının üstüne koyar. Öğrencilere poşetleri tek tek kaldırıp gösterir ve yaşamımızı sürdürebilmemiz için

acaba hangilerine ihtiyacımız vardır? sorusunu yöneltir. Öğrencilerden gelen cevapları dinler ve insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için bitki, hayvan gibi canlı ve hava, su, toprak gibi canlı ve cansız varlıklara ihtiyacı olduğu sonucuna varılır.

Ardından sınıfta bulunan akıllı tahtaya Gençlik Parkı'nın 1970'li yıllarda ve günümüzde çekilmiş iki fotoğrafını yansıtır:



Bu fotoğraflar arasında ne tür farklılıklar olduğu nelerin değişip değişmediği sorulur.

Son olarak öğrencilerin eğitim/öğretim gördükleri ilçe olan Keçiören hakkında bir bilgilendirme metni okunur:

ESKİ KEÇİÖREN

Keçiören 'in adı Ankara 'nın ünlü keçilerinin otlaklarının olduğu yer olarak tanımlanır. Keçiören son derece temiz havası ve ünlü bağlarıyla adeta bir sayfiye (dinlenme) yeri gibiydi. Orta halli ve zengin Ankaralıları temiz havasından dolayı Keçiören'e gelirlerdi. Evler bahçe içindeydi ve bahçelerde her çeşit meyve ağaçları, kümesler, havuzlar ve kuyular bulunurdu. İnsanlar meyvelerini ve

sebzelerini yetiştirir, suyunu kuyulardan temin eder, fırınlarda birkaç aile birleşip 10 günlük ekmeğini yapardı.

Keçiören 'in özellikle bağları, üzümü ve nefis armudu ünlüydü. Hacı kadın deresi temiz ve berraktı. Bu dere Dutluk, Duvardibi, Kuyubaşı, Ahmet Çavuş ve Mecidiye'nin arka tarafından akardı ve 1955 yıllarına kadar da temizdi. Halk, şimdi Dutluk durağına adını vermiş olan ve büyük dut ağaçlarının bulunduğu yere piknik yapmaya giderdi. Ankara'da bulunan yabancı elçilik mensupları da burada yürüyüş yaparlardı. Çubuk Çayı'nda halı ve kilim yıkanır, akıntının çok olmadığı yerlerde yüzülürdü. Milli Mücadele ve Cumhuriyetin ilk yıllarında pek çok ünlü isim Keçiören'de oturmuştur (Kaynak: <https://www.kecioren.bel.tr/kecioren.html>).

Metinde özellikle altı çizili sözcüklere dikkat edilerek öğrencilerden geçmiş ile günümüz çevre şartlarının farklılaşmasında en etkili faktörün ne olduğunun düşünülmesi istenir.

DERSİ GELİŞTİRME

Gençlik parkının eski ve bugünü fotoğrafı arasındaki fark ile Keçiören ilçesinin geçmişteki ve günümüzdeki farkı düşünüldüğünde insanların çevreye olan etkisi hakkında ne söyleyebiliriz? sorusu sınıftaki öğrencilere yöneltilir. Fabrika vb. üretim merkezlerinde oluşan atıkların havaya, suya ve toprağa karışması durumunda hava, su ve toprak kirliliği oluşacağı öğrencilere hissettirilir. Oysa ki insanların temiz hava, su ve toprağa ihtiyacı vardır. Kirli hava solunum hastalıklarına sebep olurken kirli toprak da sağlıksız ürünlerin yetişmesine neden olacaktır. Kirli sular ise bi yandan suda yaşayan canlıları olumsuz

etkilerken diğerk yandan da suyu kaynak olarak kullanan tüm canlıları olumsuz etkilemektedir. Öğrencilere önceki bilgilerini hatırlatmak amacıyla Canlıları Sınıflandırılım ünitesinde öğrenmiş oldukları “Canlılarda hastalığa sebep olan mikroorganizmaların çoğalması için en uygun ortam neresidir?” sorusu yöneltilir ve kirli suların etkisine dikkat çekilmiş olur. Bütün bunlara “çevre kirliliğı” adı verildiğı söylenir ve öğrencilere yakın çevremizdeki sorunlara örnek vermeleri istenir. Hava, toprak ve su kirliliğinin yanında gürültü kirliliğı, ışık kirliliğı, orman yangınları ve radyoaktif kirliliğın de insanların yaşamını tehlikeye attığı öğrencilere hissettirilir.

Ardından biyomimikriye vurgu yapılır: “Yaklaşık 4,5 milyar yaşında olduğu tahmin edilen dünyada yaşamın 3,8 milyar yıl önce başladığı düşünölmektedir. O zamandan beri doğa, canlı ve cansız varlıklar arasında oluşturduğu kusursuz denge ile varlığını devam ettirmektedir. Biyomimikri sadece doğanın bilgeliğinden bir şeyler öğrenmek amacıyla değil, gezegenimizi ve kendimizi daha iyi hale getirmek için de kullanılabilir. Neden doğadan öğrenelim? sorusunu Benyus (1997) kitabında şu şekilde açıklamaktadır:

Doğa sadece ihtiyaç duyduğu enerjiyi kullanır.

Doğa, işlev için biçime uyar.

Doğa her şeyi geri dönüştürür.

Doğa iş birliğini ödüllendirir.

Doğa çeşitliliğe güvenir.

Doğa yerel uzmanlık gerektirir.

Doğa aşırılıkları içeriden engeller.

Doğa, sınırların gücünden yararlanır.

Kaynakları sınırlı bir Dünya’da sınırsız nüfus artışını nasıl sürdürülebilir bir hale getireceğiz? sorusuyla karşı karşıya kalmaktayız. Tam bu noktada, biyomimikri ile doğaya bakmak, yanı başımızda araştırma ve geliştirme laboratuvarına sahip olmak gibidir. Doğanın yenilenebilir kaynaklarını nasıl kullandığını, atık oluşumunun nasıl sınırlandırıldığını, ortaya çıkan ürünlerin çevreyi kirletmeden nasıl var olduğunu gözlemlemek bize ekolojik olarak düşük ayak izine sahip tasarımlar yapabilmede ilham kaynağı olacaktır.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere bizler bu sorunun çözümünde neler yapabiliriz sorusu yöneltilir ve dağıtılan çalışma kağıtlarına grup içi beyin fırtınası ile bir sorun belirleyerek çözümüne ilişkin doğadan ilham alacakları bir öneri sunmaları istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 8:

GRUBUN ADI:

SORUN VE ÇÖZÜM

Evinizde, okulunuzda, sokakta veya yakın çevrenizde en sık rastladığınız sorun nedir? Bu sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabilirsiniz? Yazınız.



8.GÜN

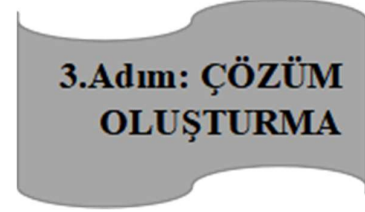
Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

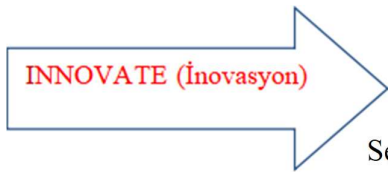
Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati



Kazanım 1: Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar.

Güvenlik Önlemleri: Derste kullanılacak videoların ders öncesi izlenmesi, kontrolü ve böylelikle ders esnasında oluşacak aksaklıkların önüne geçmeye çalışılması.



Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturulabiliriz sorusuna odaklanılır. Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri inovasyonu yaratılır.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen dersten önce “çevreci yeşil binalar” belgeselini hazır bulundurur (<https://www.youtube.com/watch?v=IiDPml0o1T0&t=165s>). Bunun için belgeseli önceden izler, kontrol eder ve ders esnasında oluşacak aksaklıkların önüne geçmeye çalışır. Ardından

öğrencilere fikir vermesi için “ask nature” web sitesini tanıtır (<https://biomimicry.org/asknature/>). Biyomimikri enstitüsü tarafından hazırlanan bu sitenin amacı, karşılaşılan sorunlara “Doğa bunu nasıl çözüyor?” bakış açısıyla yaklaşmaktır.

DERSE GİRİŞ:

“Yeşil” veya “çevreci” olarak tabir edilen binaların enerji tüketiminde %24-50, CO₂ salınımında %33-39, su tüketiminde %40 ve atıklarda %70’e varan bir düşüş sağladığını bilinmektedir. Bu kısa açıklamanın ardından öğrencilere fikir verebilmesi açısından “Çevreci akıllı binalar” sunumu açılır ve öğrencilerle fikir alışverişi içinde aktif katılımlarıyla sunumda yer alan bilgiler tartışılır.

DERSİ GELİŞTİRME

Belgeselin ardından öğrencilerle kısa bir konuşma yapılır: Yeşil binalar, sürdürülebilir yapı malzemelerinden oluşan, su ve enerji verimliliği diğer binalardan oldukça yüksek olan; yapının arazi seçim sürecinden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirilip tasarlandığı, bulunduğu doğaya özgü koşullara uygun, enerji verimli ve yenilenebilir kaynaklara yönelmiş, çevresel etkileri düşük malzemelerin seçildiği, su verimliliği sağlayan çevreci, ekonomik ve sağlıklı binalardır.

Öğrencilere bugün tasarımları için faydalanabilecekleri bir web sitesi olan “ask nature (doğaya sor)” sitesini tanıtacağını söyleyen öğretmen sınıfta bulunan akıllı tahtadan siteyi açar. AskNature, doğanın bir problemi çözmesi için harika örnekleri olan ilham verici doğal fenomenlerin bir kataloğudur. Tasarımcılar ve mühendisler, bu veri tabanındaki Biyolojik Strateji sayfalarını sorunları çözmeye ilham almak için kullanırlar ve öğrenciler de kullanabilmektedir. Doğanın sistem ve özelliklerinin, insan sorunlarını çözen sistem ve ürünlerin tasarımına nasıl ilham verebileceğini anlamalarına yardımcı olan bu sitede yer alan etkinlikler ve bilgilendirici içerikler sınıf ortamında incelenir. Deniz habitatları yeni beton

tasarımlarına nasıl ilham veriyor? Kelebekler yeni bir boya türüne nasıl ilham veriyor? Mercan, çevre dostu giysilere nasıl ilham veriyor? Bitkiler bize yiyecekleri nasıl koruyacağımızı nasıl öğretiyor? Bu ve buna benzer başlıklar Ask Nature web sitesinden açılır ve öğrencilerle tartışarak örnekler incelenir.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrenciler grup çalışması ile bir önceki derste mahallelerinde, okulda, sokakta veya yakın çevrelerinde en sık rastladığı sorunu yazmış ve bu sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabileceklerini belirlemişlerdi. Bu derste ise öğrenciler tasarım fikirlerini oluşturur sonra güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirerek inovasyonlarını geliştirir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 9:

BİYOMİMİKİRİ - TASARIM

Bir önceki derste mahallenizde, okulda, sokakta veya yakın çevrenizde en sık rastladığınız sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabileceğinizi belirlemiştiniz. Bu derste sizden tasarım fikirlerinizi geliştirmenizi bekliyorum. Tasarım fikrinizi, doğada bulunan hangi yapıdan ilham aldığınızı, neden bu yapıyı seçtiğinizi açıklayınız. Tasarım fikrinizi oluşturduktan sonra güçlü veya zayıf yönlerini de belirleyiniz.

9.GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

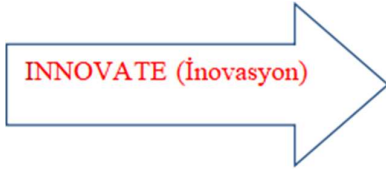
Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur.

Güvenlik Önlemleri: Fotoğraf İçeriği, Sınıf ortamında açık iletişim



Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturulabiliriz sorusuna odaklanılır.

Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri inovasyonu yaratılır.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen, insan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunulması amacıyla dersten önce çevre kirliliğine yönelik bir fotoğraf hazırlar. Bu ders ağırlıklı beyin fırtınası ve soru-cevap şeklinde geçecektir. Bu sayede gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarının farkındalığının oluşması ve hayalimizdeki çevreye ulaşabilmemiz için üstümüze düşen sorumlulukların bilincine varılması hedeflenmektedir.

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen aşağıda yer alan görseli açar ve aşağıdaki soruları öğrencilere yönlendirir:

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**



Sizce bu fotoğraf ne anlatmak istiyor?

Doğa bunu kendi kendine yapmış olabilir mi? Doğanın bu hale gelmesinde en çok etkisi olan faktör nedir?

Küresel çevre sorunları denilince aklınıza ne geliyor?

Küresel çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenleri nelerdir?

Gelecekte bizi ne gibi çevre sorunları beklemektedir?

Sizce şu an tehlikede olmayan hangi bitki veya hayvan türü gelecekte nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır?

Siz nasıl bir çevre hayal ediyorsunuz?

Hayalinizdeki çevreye ulaşabilmeniz için üzerinize düşen sorumluluklar neler?

Bu görsele dayanarak bir slogan oluşturmak isterseniz sloganınız ne olurdu?

DERSİ GELİŞTİRME

Yukarıda yer alan soruların sınıf ortamında tartışılmasının ardından biyomimikri ile bağlantı kurulur. Biyomimikrinin eğitim öğretim süreçleri ile bütünleştirilmesinde başlangıç

noktası, insanın karşılaştığı zorluklarla doğanın nasıl baş ettiğinin sorgulanmasıdır. Ancak öğrencilerin sorunlara çözümler üretebilmesi; canlıların enerji, beslenme, barınma ve birlikte yaşama gibi alanlardaki güçlüklerini nasıl aştıklarını anlamaları için doğayı örnek olarak merakla bakabilmeyi ve doğayı bir öğretmen olarak görebilmeyi gerektirmektedir. Bu da planlı şekilde yürütülen fen derslerine entegre edilmiş biyomimikri eğitimi ile mümkün olacaktır. Biyomimikriyi fen eğitimi müfredatına dahil etmenin birçok faydası vardır; öğrenciler keşifler yapar, ekip çalışması içerisinde çalışan öğrencilere benzersiz bir STEM deneyimi sunar, onları yaşanan zorluklara çözümler tasarlamaları için cesaretlendirir, sürdürülebilirlik konularında ve yaratıcı düşünmede beceri geliştirirlerken farklı bakış açıları da kazanırlar.

Bu bağlamda, öğrencilerden biyomimikri olduklarını tahmin ettikleri tasarımlara örnek vermeleri istenir. Bu amaçla çalışma kâğıdı dağıtılır ve grup içinde iş birliği ile tamamlamaları istenir.

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

ÇALIŞMA KAĞIDI 10:

BİYOMİMİKİRİ TASARIMLARI

Grup arkadaşlarınızla tartışarak, biyomimikri olduğunu düşündüğünüz tasarımlara örnekler veriniz. Bu tasarımın hangi sorunun çözümü için tasarlandığını ve hangi canlıdan ilham alındığını da belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

BİYOMİMİKİRİ TASARIMI:	İLHAM ALINAN CANLI:	SORUN:

Yukarıda yazdığımız örneklerden herhangi birini geliştirmek isteseydiniz neler yapardınız? Açıklayınız. Yeni tasarımınızın resmini aşağıya çizebilirsiniz.

10. GÜN**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur.

Güvenlik Önlemleri: Sınıf içindeki atıkların uygun bir şekilde saklanması, kimyasal atıkların güvenli bir şekilde saklanması için özel kaplar kullanılması, özellikle tıbbi atıkların ve organik atıkların sınıf içinde hijyenik bir şekilde saklanması. Eller, öğrenciler ve öğretmenler için uygun bir şekilde yıkanmalıdır. Ders sırasında kullanılan materyaller ve atıklar, öğrenciler için tehlikeli bir ortam yaratmamalıdır.



Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturulabiliriz sorusuna odaklanılır.

Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri inovasyonu yaratılır.

1.MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Bu derste belirli bir nüfusun doğaya yükünü hesaplamak amaçlanmıştır. Bu sayede gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik öğrenciler çıkarımda bulunabilecektir. Bu amaçla derste öğrencilere öncelikle bir günde oluşturdukları atıkları fark etmelerini

sağlayacak çalışma kâğıdı ile ekolojik ayak izi hesaplama çalışma kağıdını dersten önce hazırlamıştır.

DERSE GİRİŞ:

Öğretmen sınıfa girerken dikkat çekebilmek amacı ile yanında o gün boyunca oluşturduğu atıkları şeffaf bir poşet içerisinde getirir (örneğin, sabah içtiği ilacın kutusu, kahvaltıda yediği peynirin boş kabı, evinde biten kumandanın pili ve birkaç tane soyulmuş meyve kabuğu vb.). Ağzı sıkıca bağlanmış olan bu poşeti öğrencilere gösterir ve bugün atıklar ve bu atıkların geleceğimize bir etkisinin olup olmayacağını konuşacaklarını söyleyerek öğrencileri konudan haberdar eder.

DERSİ GELİŞTİRME

Öğretmen, poşet içindeki atıkları sadece bugün oluşturduğunu söyler ve her bir atığın oluşumu hakkında açıklama yapar. Nelere “atık” diyebiliriz acaba? sorusunu sınıfa yöneltir ve yapılan beyin fırtınasının ardından gelen cevaplarla “Üreticisi tarafından artık kullanılmayan, işe yaramayan veya tehlike oluşturduğuna inanılan ve yok edilmesi gereken tüm maddeler atık dendiği” sonucuna varılır. Atıklar; evsel atıklar, tıbbi atıklar, inşaat atıkları, pil ve akümülatörler, organik atıklar, iri atıklar, pazar atıkları, sanayi atıkları, lastik ve yağ atıkları, tehlikeli atıklar (kimyasal, nükleer vb.) şeklinde sınıflandırılabilir diyerek her bir atık türüne öğrencilerden birkaç örnek vermesini ister. Ardından öğrencilerde oluşturdukları atıkların farkına varmalarını amaçlayan çalışma kâğıdı dağıtılır:

ÇALIŞMA KAĞIDI 11:

ATIKLAR

Son iki gününüzü düşünerek oluşturduğunuz atıkları aşağıda uygun yerlere yazınız:

EVSEL ATIKLAR	ORGANİK ATIKLAR
TIBBİ ATIKLAR	DİĞER (atık türünü lütfen belirtiniz)

Sadece iki günde oluşturduğunuz atık miktarı ile ilgili olarak ne düşünüyorsunuz?

Fazla ise bunları azaltmak için neler yapabilirsiniz?

Yukarıdaki çalışma kağıdının tamamlanmasının ardından gönüllü öğrencilerden cevaplarını sınıfla paylaşmaları istenir, söz almaya çekinen öğrenciler de cesaretlendirilir.

Etkinliğin tamamlanmasının ardından “ekolojik ayak izi” kavramını daha önce duyup duymadıkları sorulur. Gelen cevapların ardından “Ekolojik ayak izi, belirli bir nüfusun doğaya yükünü hesaplamak için oluşturulmuş olan bir yöntemdir. Bir diğer ifade ile Ekolojik Ayak İzi, insanların kullandığı yenilenebilir kaynakları sağlayabilmek için gereken, biyolojik olarak verimli toprak ve suyun bulunduğu alanı hesaplar.” açıklamasını yapar. Gün içinde oluşturduğumuz atıkların bize önemsiz gibi görünse de geleceğimiz ve bizden sonraki nesilleri de etkileyeceği vurgulanır. Bunu bir etkinlikle görebilmek için “ekolojik ayak izim” isimli çalışma kâğıdı dağıtılır ve öğrencilerin bireysel olarak tamamlamaları istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 12:

EKOLOJİK AYAK İZİMİ HESAPLIYORUM

1. Bitkisel besinleri(tahıl, meyve, sebze) hangi sıklıkta tüketiyorsunuz?

A) Nadiren(her gün az miktarda) B) Bazen (her öğünde bir miktar)

C) Sık sık (her öğünün yarısında) D) Çok sık (vejetaryen)

2. Hangi sıklıkta tavuk eti tüketiyorsunuz?

A) Nadiren(haftada bir kez) B) Bazen (neredeyse her gün)

C) Sık sık (günde bir veya iki kez) D) Çok sık (her öğünde)

3. Hangi sıklıkta kırmızı et tüketiyorsunuz?

A) Nadiren(haftada bir kez) B) Bazen (neredeysse her gün)

C) Sık sık (günde bir veya iki kez) D) Çok sık (her öğünde)

4. Hangi sıklıkta balık eti tüketiyorsunuz?

A) Nadiren(haftada bir kez) B) Bazen (neredeysse her gün)

C) Sık sık (günde bir veya iki kez) D) Çok sık (her öğünde)

5. Hangi sıklıkta süt, süt ürünleri ve yumurta tüketiyorsunuz?

A) Nadiren(haftada 2-3 defa) B) Bazen (günde bir defa)

C) Sık sık (günde 2 defa) D) Çok sık (günde birkaç kez)

6. Evinizin dekorasyonu ve bakımı için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?

A) 40 TL'den az B) 40-80 TL C) 80-120 D) 120-160 TL

7. Giyim için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?

A) 40 TL'den az B) 40-80 TL C) 80-120 D) 120-160 TL

8. Sanatsal ve kültürel faaliyetler için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?

A) 15 TL'den az B) 15-30 TL C) 31-45 TL D) 45 TL'den daha

fazla

9. Evinizde kaç kişi yaşıyor?

A) 1-3 B) 3-6 C) 6-9 D) 9 ve üstü

10. Isınmak için ne tür bir yakıt kullanıyorsunuz?

A) Doğal gaz B) Odun C) Kömür D) Mazot /akaryakıt

11. Kullandığınız enerjinin ne kadarı yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşuyor?

A) %75'ten fazlası B) %50-%25 arası C) %25- %10 arası D) %10'dan

azı

12. Yaşadığınız konutun büyüklüğü ne kadardır?

A) 50 m2 den az B) 51-80 m2 C) 81-100 m2 D) 100 m2

13. Aileniz ne çeşit bir araca sahip?

A) Bir aracımız yok. B) Bir motosikletimiz var. C) 2 kapılı bir aracımız

var.

D) 4 kapılı bir aracımız var.

E) Bir kamyonetimiz

var.

14. Araçla haftada kaç km gidiyorsunuz?

A) Araç kullanmıyoruz. B) 1-25 km C) 26-50 km

D) 51- 75 km E) 100 km'den fazla

15. Tren ile bir yılda kaç km yol gidiyorsunuz?

A) 1-75 km B) 76-150 km C) 151-250 km D) 250 km'den

fazla

16. Uçakla bir yılda kaç saat yol gidiyorsunuz?

A) İki saatten az B) 2-4 saat C) 4-6 saat D) 6 saatten fazla

PUANLAMA: A:1 puan B: 2 puan C: 3 puan D: 4 puan E: 5 puan

Çıkan rakamları toplayıp 16'ya bölelim. Çıkan rakam şu andaki alışkanlıklarımızla kaç tane Dünya'ya ihtiyacımız olduğunu gösterir.

(<https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/ekolojik-ayak-izinizi-hesaplayin/6651#ad-image-0>)

DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilerin ekolojik ayak izleri sonuçları sınıf ortamında tartışılır, ayak izimizi azaltabilmenin yolları hakkında konuşulur. Doğal kaynaklar sınırsız olmadığı için insanoğlu alternatif kaynaklar bulmak yeni çözümler üretmek zorundadır. Bu çözümlerin neler olabileceği sorulur ve biyomimikri ile bağlantı kurulur. Biyomimikri ile doğaya bakmak, yani başımızda araştırma ve geliştirme laboratuvarına sahip olmak gibidir. Doğanın yenilenebilir kaynaklarını nasıl kullandığını, atık oluşumunun nasıl sınırlandırıldığını, ortaya çıkan ürünlerin çevreyi kirletmeden nasıl var olduğunu gözlemlemek bize ekolojik olarak düşük ayak izine sahip tasarımlar yapabilmede ilham kaynağı olacaktır.

Bir sonraki derste öğrencilere çevrelerindeki belirlemiş oldukları sorunun çözümü için doğadaki ilham aldıkları tasarım fikirlerinin modellerini yapacakları söylenir. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir denir ve grup arkadaşlarıyla tasarımları hakkında konuşarak ihtiyaç duyacakları malzemeleri bir sonraki derste hazır bulundurmaları istenir.

11. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: İnsan ve Çevre

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 5.sınıf

Önerilen Süre: 4 Ders saati

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Kazanım 1: İnsan-çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır.

Güvenlik önlemleri: Öğrencilerin tasarımları için kullanacakları malzemeler ve araçlar güvenli olmalıdır. Özellikle kesici veya tehlikeli malzemeler kullanılıyorsa, öğrencilerin güvenlik ekipmanı kullanmaları sağlanmalıdır. Sivri malzemelerin güvenli kullanımına, iyi havalandırılmış ortama, malzemelerin doğru kullanımı, kişisel hijyene dikkat edilmelidir. Öğrencilere, tasarımları sırasında herhangi bir sorun yaşadıklarında hemen öğretmene haber vermeleri gerektiği konusunda bilgi verilmelidir.



Yukarıda belirtilen adımların tamamlanmasıyla, öğrenciler belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümlerini sunmaları için hazır hale gelirler. Bu bölümde öğrenciler tasarımlarını, çözülen sorunu, tasarım çözümlerine ilham kaynağının ne olduğunu ve tasarımlarının neler başardığını sunarlar. Biyomimikriyi uygulamanın, bilim, problem çözme, mühendislik ve teknoloji hakkındaki düşüncelerini nasıl şekillendirdiğini de açıklarlar.

MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

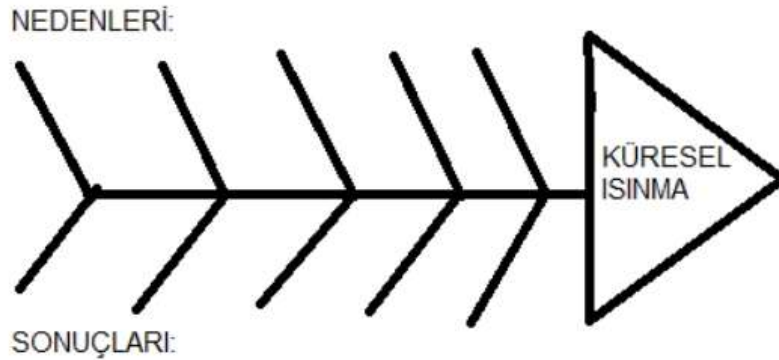
Öğretmen dersten önce küresel ısınmanın ne olduğu, nedenleri, etkileri ve gelecekte yaşanacak sorunlar hakkında bilgi edinilmesi amacıyla küresel ısınma ile ilgili bir video hazırlar. Çünkü küresel ısınmayla beraber birçok sorun da yaşanır. Bunlar buzulların erimesi, fırtına, sel, deniz suyu seviyesinin yükselmesi ve kuraklıktır. Tüm bu yaşananlar, doğada dengesizlikler meydana getirir. Ayrıca küresel ısınmayla alakalı uluslararası alanda çıkan haberlerde oluşan başlıklardan da bir slayt gösterisi hazırlar.

DERSE GİRİŞ:

Öğrencilere küresel ısınma kavramını daha önce duyup duymadıkları sorulur ve gelen cevaplar dinlenir. Bu derste küresel ısınma ile ilgili bilgi edinecekleri söylenir ve öğrenciler konudan haberdar edilir. Ardından ilgili video açılır (https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.991/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=59bf34b1407db4e1394f174ad1274908&resourceTypeID=3&loc=1&showCurriculumPath=true). Küresel ısınma doğanın kendi doğal sürecinde gerçekleşen bir olay değildir. İnsanoğlu binlerce yıldır doğaya hâkim olma, daha fazla yararlanma gibi isteklerle dünyayı düşüncesizce tahrip etmektedir. Tamamen insan faaliyetleri sonucu birikimli şekilde meydana gelmektedir. Videonun ardından “küresel ısınma hakkında uluslararası haberler” konulu slayt gösterisi açılır. Haber başlıklarını içeren her bir fotoğraf için öğrencilere düşünceleri sorulur.

DERSİ GELİŞTİRME

Öğrencilere küresel ısınmayı azaltmak için neler yapılabileceği sorulur. Küresel ısınma devam ederse ne olur? Küresel ısınma durdurulabilir mi? Küresel ısınma nasıl önlenir? vb. sorularla öğrencilerin fikir sunmaları beklenir. Sınıf tahtasına aşağıdaki şekil çizilir ve öğrencilerle beraber diyagram doldurulur:



DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Beş adımdan oluşan MIMIC öğretim yaklaşımın son adımında öğrenciler belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümlerini sunmaları için hazır hale gelirler. Bu bölümde öğrenciler tasarımlarını, çözülen sorunu, tasarım çözümlerine ilham kaynağının ne olduğunu ve tasarımlarının neler başardığını sunarlar. Biyomimikriyi uygulamanın, bilim, problem çözme, mühendislik ve teknoloji hakkındaki düşüncelerini nasıl şekillendirdiğini de açıklarlar.

ÇALIŞMA KAĞIDI 13:

BİYOMİMİKİRİ TASARIMIM

Önceki derslerimizde mahallenizde, okulda, sokakta veya yakın çevrenizde en sık rastladığınız sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabileceğinizi belirlemiştiniz. Bu derste sizden tasarım fikirlerinizin modellerini yapmanızı bekliyorum. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir. Bu aşamada modelin açıkça anlaşılabilir olması önemlidir. Tasarımınızda doğada bulunan hangi yapıdan ilham aldığınızı, neden bu yapıyı seçtiğinizi açıklayınız. Tasarımınızı oluşturduktan sonra güçlü veya zayıf yönlerini de belirleyiniz.

EK-H: 7. SINIFLAR DENEY GRUBU DERS PLANI

DENEY VE KONTROL GRUBU UYGULAMA SÜRECİ / YAPILACAK UYGULAMALAR

UYGULAMA SÜRECİ	YAPILACAK UYGULAMALAR		
UYGULAMA ÖNCESİ	<ul style="list-style-type: none"> • Gerekli izinlerin alınması • Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesi • Deney gruplarına bilgilendirme yapılması • 21.yy becerileri ön test uygulanması • Yaratıcılık testi ön test uygulaması 		
	DERSİN GENEL İŞLEYİŞİ	BİYOMİMİKRI İLE BAĞLANTI	
1. HAFTA	Deneysel gruptaki öğrencilerle üremenin ne olduğunu keşfedilir.	Öğrencilere slayt 1 "Biyomimikri nedir?" izletilir.	
	2 ders saati	Çalışma kâğıdı 1 gruba uygulanır.	
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
		Deneysel gruptaki öğrencilere Erkek ve Dişi üreme organları şema üzerinde açıklanır.	Kart eşleştirme oyunu oynanır.
	2 ders saati	Üreme sisteminin sağlığı için hijyen konusunda beyin fırtınası yapılır.	Öğrenciler "fark ettikleri" ve "merak ettikleri" yerel veya küresel bir sorun belirler.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Çalışma kâğıdı 2 bireysel uygulanır.
2. HAFTA	2 ders saati	Deneysel gruptaki öğrencilere döllenme olayını gösteren animasyon video izletilir.	Öğrenciler Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırır ve en tuhaf olduğunu düşündükleri türleri belirler.
		Çalışma kâğıdı 3 bireysel uygulanır.	
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
		Deneysel gruptaki öğrencilerle embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için	Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma

	2 ders saati	tedbirlerin neler olduğunun kavratılması amacıyla gazete haberleri incelenir.	hedefleri hakkında bilgi edinilir.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
3. HAFTA	2 ders saati	Neslin devamı için üremenin önemine yönelik “Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika” adlı video izletilir.	Deney grubundaki öğrencilerin hem insan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini fark etmeleri hem de yerel veya küresel bir sorunun çözümünde doğayı gözlemleyerek ilham alabilmeleri için Sanal Hayvanat Bahçesi gezisi yapılır.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
		Çalışma kâğıdı 4 bireysel uygulanır.	
	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle bitkilerde üremenin anlaşılması için bitki örneği incelenir.	Öğrencilerle yerel ve küresel çevre sorunların çözümüne ilham verebilmesi için biyomimikri kart destesi incelenir.
		Çalışma kâğıdı 5 gruba uygulanır.	
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	
4. HAFTA	2 ders saati	Deney grubundaki öğrencilerle bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini keşfedebilmeleri için deney ve gözlem yapılır.	Öğrencilerin yakın çevrelerinde belirledikleri sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alınabileceğinin tespit edilmesi.
		Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Çalışma kâğıdı 6 gruba uygulanır.
		Deney grubundaki öğrencilere “Bir Kelebeğin Yaşam Döngüsü” animasyon belgeseli izletilir.	“Ask Nature” web sitesi tanıtılır.

	2 ders saati	Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Tasarım fikirleri oluşturulur ve güçlü/zayıf yönleri belirlenir.
			Çalışma kağıdı gruba 7 uygulanır.
		Deney grubundaki öğrencilerle Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenme üzerine beyin fırtınası yapılır.	Öğrencilerden biyomimikri olduğunu düşündükleri tasarımlara örnekler vermeleri istenir.
5. HAFTA	2 ders saati	Kontrol grubunda ders işlenmeye devam edilmiştir.	Çalışma kağıdı 8 gruba uygulanır.
	2 ders saati		Öğrenciler tasarım fikirlerinin modellerini yapar ve sunar. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir.
			Çalışma kağıdı 9 gruba uygulanır.
UYGULAMA SONRASI			<ul style="list-style-type: none"> • 21.yy becerileri son test uygulanması • Yaratıcılık testi son test uygulaması

7. SINIFLAR DENEY GRUBU DERS PLANI

1. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: İnsanda üremeyi sağlayan yapı ve organları şema üzerinde göstererek açıklar.

Konu / Kavramlar: İnsanda üreme, insanda üremeyi sağlayan yapı ve organlar, sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs ve bebek arasındaki ilişki

1. Adım: BİYOMİMİKRI

Güvenlik Önlemleri: Öğretmenin karikatürleri tahtaya asarken kullanacağı malzemelerin düşme veya yaralanma riskini en aza indirmek için dikkatli olmalıdır. Tahta üzerindeki malzemeler güvenli bir şekilde sabitlenmelidir.

MOTIVE (Motivasyon)

Biyomimikri canlıların işlevlerine ve stratejilerine odaklanarak yenilikçi tasarımlara ilham vermesidir. Bu aşamada biyomimikri keşfedilerek öğrenciler motive edilir.

Motivasyon bölümünde amaç, öğrencilerin yerel veya dünya çapında keşfetmek istedikleri bir sorunu belirlemeleridir. Öncelikle öğrencilere biyomimikri terminolojisinde yer alan biyolojik modeller, biyolojik strateji, biyomimikri, tasarım, fonksiyon, organizma v.b. kelimeler; ilgili ders kazanımının karşılanmasına yönelik olarak sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs vb. kavramlar açıklanır ve güçlü bir kavramsal temel oluşturmaları sağlanır.

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğrencilerin biyomimikriyi ve biyolojik modeller, biyolojik strateji, biyomimikri, tasarım, fonksiyon, organizma v.b. kavramlarını tanımaları amacıyla öğretmen slayt hazırlamıştır. Öğretmen dersten önce slaytı kontrol etmiş ve provasını yaparak sunum esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmeyi planlamıştır. Üremenin ne olduğunu keşfetmek ve öğrencilerin motivasyonunu artırmak için öğretmen derse karikatür ve kendi bebeklik fotoğrafı ile başlamak üzere hazırlanmıştır.

2. DERSE GİRİŞ:



Öğretmen öğrencilerin ilgisini derse yönlendirmek için sınıfa getirdiği karikatürleri tahtaya asar. Öğrencilere “Karikatürlerde olduğu gibi bizi leylekler getirmiş olabilir mi?” diye sorar ve onlardan bu durumla ilgili düşüncelerini alır. Ayrıca öğrencilere 2.ünite olan Hücre ve Bölünmeler ünitesinde yer alan Mitoz bölünme hakkında neler hatırladıkları sorularak eşsiz üreme konusuna da vurgu yapılır ve hazır bulunuşlukları artırılır.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Yukarıdaki tartışma işlemlerinden sonra üremenin tanımı öğrencilerle beraber yapılır. Canlıların türlerinin devamını sağlamak amacıyla üreyerek kendilerine benzeyen yavrular meydana getirdiği vurgulanır. “İnsanlar hangi yollarla ürer? İnsanlar Hidra gibi eşeysiz üreyebilir mi?” soruları sorulur ve gelen cevapların ardından eşeyli üremeden bahsedilir.

Biyomimikri ile alakalı slayt sınıfta izletilir. Ardından öğretmen canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ile biyomimikri arasındaki bağlantıyı kurmak amacıyla şu soruyu yöneltmiştir:

Neden doğadan esinlenelim ki? Doğa, bizimkilerden daha iyi “tasarımlar”ı nasıl üretebilir? Bu sorunun cevabını anlamak, doğayı ve canlıları anlamaktan, doğanın sorunlara en çevre dostu çözümleri nasıl ürettiğini anlamaktan geçiyor. İnsan türünün doğadan hala öğrenecek çok şeyi olduğu gerçeğini kabul etmek; çözülmeyi bekleyen sorunlara çözüm bulan, çözülmüş sorunların çözümlerini de daha verimli şekilde revize eden sistemler yaratabilmemiz için kritik öneme sahiptir. Biyomimikrinin doğayı gözlemlemenin ötesinde doğadan öğrenmeyi amaçladığı, organizmaların sahip olduğu özelliklerin hayatta kalmalarına ve gelişmelerine nasıl yardımcı olduğu ve insanların yerel veya küresel sorunlarına çözüm tasarımları için onlardan nasıl ilham aldıkları da keşfedilir.

“Yavru bireylerin meydana gelmesi, büyüüp gelişmesi nasıl olabilir?” sorusunun ardından öğretmen öğrencilere bebek fotoğrafları gösterebilir. İnsanların üremeyi sağlayan yapı ve organları sayesinde çocuk sahibi olabildiğinden bahseder. Üreme organlarının diğer organlar gibi anne karnındayken geliştiğinden, ergenlikle birlikte üreme hücrelerinin olgunlaşmaya başlamasından bahsedilir.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Aşağıdaki çalışma kağıtları öğrencilere dağıtılır ve tamamlamaları istenir.

Öğrencilerden bir sonraki haftaya kadar çevrelerini gözlemlenmeleri istenir. Gözlemlerini yaptıktan sonra onlardan “Fark Ettikleri” ve “Merak Ettikleri” yerel veya küresel bir sorunu bireysel olarak araştırmaları ve yazılı olarak port folyolarına eklemeleri istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 1:

GRUBUN ADI:

SORULAR

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Üreme, canlılığın devamı için gerekli midir?

.....
.....
.....
.....
.....

2. Üreme, neslin devamını sağlamak için gerekli midir?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Canlıların sahip olduğu kalıtsal özellikler yavrulara nasıl aktarılır?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Biyomimikri nedir?

.....
.....
.....
.....
.....

5. İnsanlar karşılaştığı sorunların çözümünde neden doğadan esinlenmelidir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

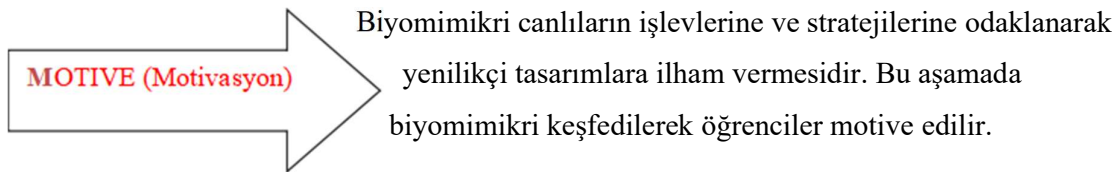
Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: İnsanda üremeyi sağlayan yapı ve organları şema üzerinde göstererek açıklar.

Güvenlik Önlemleri: Kart eşleştirme oyunu sırasında öğrencilerin grup içinde iş birliği yapmaları ve oyunu güvenli bir şekilde oynamaları sağlanmalıdır. Oyun materyali düşme veya yaralanma riskini minimize etmelidir.



1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

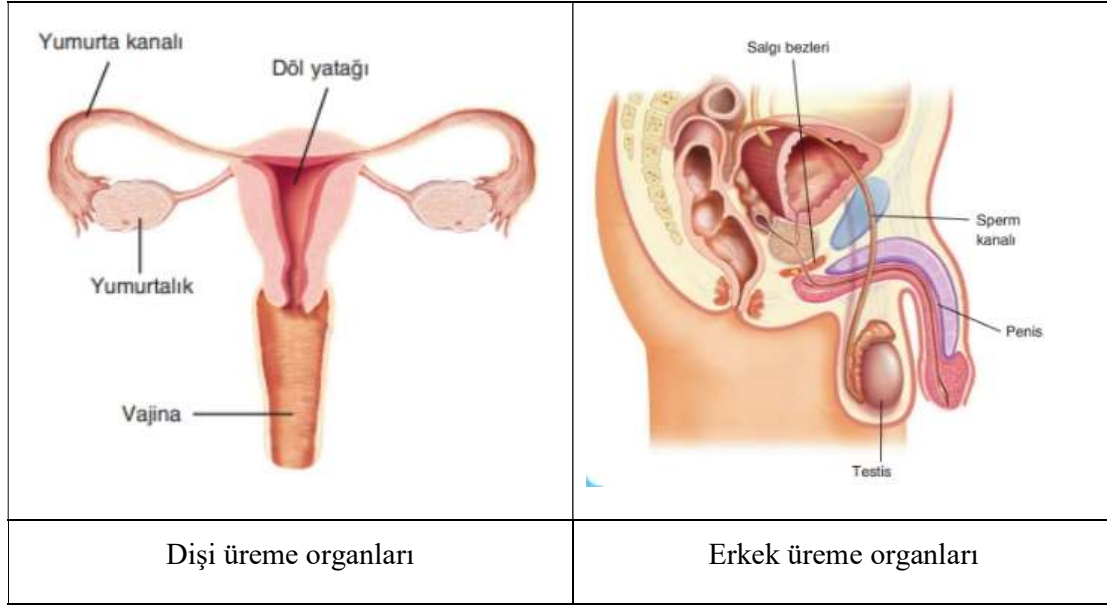
Öğrencilerin insanda üremeyi sağlayan yapı ve organları keşfetmeleri amacıyla öğretmen dersten önce “Erkek ve Dişi üreme organları” görselini derste göstermek üzere hazırlamıştır.

Üreme olayının, neslin devamı için gerekli olması sebebiyle ülkemizde ve dünyada nesli tükenen canlılar ile ülkemizde ve dünyada nesli tükenme tehlikesi altında olan canlıların

hangileri olduğunu keşfetmek ve öğrencilerin motivasyonunu artırmak için öğretmen kart eşleştirme oyununu da dersten önce hazır bulundurur.

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencilerin derse ilgisini çekmek ve güdüleyebilmek için akıllı tahtadan “Erkek ve Dişi üreme organları” görselini açar.



Öğrenciler, 6.sınıfta Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı ünitesinde, İç Salgı bezlerimiz konusunda eşeyssel bezleri öğrenmişlerdi. Görseller üzerinden öğrencilerin ön bilgileri yoklanır. Üreme organlarında üreme hücrelerinin oluştuğu ve erkek ve dişi üreme organlarının birbirinden oldukça farklı olduğu hatırlatılır.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Görsel üzerinde soru-cevap yöntemiyle erkek ve dişide üremeyi sağlayan yapı ve organlar şema üzerinde gösterilir ve açıklanır.

Öğrencilere “Hayatımızın her anında önemli olan temizlik ve hijyen, üreme sisteminin sağlığı için de gerekli midir? Neden böyle düşünüyorsunuz?” sorusunu yönelterek ön bilgilerini yoklar. Sınıfta yapılan tartışmaların ardından üreme sistemi dış ortama doğrudan açıldığından mikroplara, bakterilere ve virüslere karşı hassas olduğu vurgulanır. “Birçok hastalıktan kurtulabilmek ve üreme sisteminin hijyenini sağlamak için neler yapabiliriz?” sorusunu yönelterek öğrencileri derse aktif katılmaları konusunda cesaretlendirmiştir.

Tuvalet hijyeni sağlayarak ve düzenli banyo yaparak birçok hastalıktan kurtulabileceğimiz öğrencilere keşfettirilerek eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi sağlanır.

Bir önceki derste araştırarak tespit etmelerinin istendiği “Fark Ettikleri” ve “Merak Ettikleri” yerel veya küresel sorunun ne olduğu her öğrenciye söz vererek ayrı ayrı dinlenir öğretmen gerekli dönütleri verir.

Ülkemizde ve dünyada gitgide sayısı azalmakta olan bitki ve hayvanların neler olduğunun öğrenilmesi amacıyla hazırlanan slayt gösterisi ile bu canlılar tanıtılır. Ardından öğrencilere bu canlıların korunması yönünde duyarlılık kazandırılması amacıyla sınıfta tartışma ortamı yaratılarak düşünceleri paylaşımları sağlanır. Ülkemizde nesli tükenen canlıların, Dünyada nesli tükenen canlıların, Ülkemizde nesli tükenme tehlikesinde olan canlıların ve Dünyada nesli tükenme tehlikesinde olan canlıların kavranması amacıyla kart eşleştirme oyunu oynanır:



Yukarıdaki canlılardan oluşturulan eşleştirme kartları her bir gruba dağıtılır ve grupların Kart eşleştirme oyununu grup içinde sırayla oynamaları, eşini bulduğu kartların;

- Ülkemizde nesli tükenen canlılar
- Dünyada nesli tükenen canlılar
- Ülkemizde nesli tükenme tehlikesinde olan canlılar
- Dünyada nesli tükenme tehlikesinde olan canlılar gruplarından hangisine ait olduğunu grubun diğer üyeleriyle paylaşmaları istenir.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere doğadan ilham alacakları tasarımlarını yapabilmeleri için araştırma yapmaları ve canlılar hakkında daha fazla bilgi edinmeleri amacıyla aşağıdaki çalışma kâğıdı dağıtılır ve bir sonraki derse tamamlayarak getirmeleri istenir:

ÇALIŞMA KAĞIDI 2:

DÜNYA'DAKİ EN TUHAF TÜR

Doğada bulunan bazı canlılar çeşitli özellikleriyle bizi şaşırtmaktadır. Etçil bitkiler, çubuk şeklindeki böcekler ve bazı mantarlar ilk akla gelen tanıdık örneklerden sadece birkaçıdır. Bunların dışında birçok mikroskobik canlılar da tuhaf özellikler barındırmaktadır.

Bu etkinlikte sizlerden kendi araştırmanızı yapmanızı bekliyorum. Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırarak ve en tuhaf olduğunu düşündüğünüz türleri belirleyeceksiniz.

Yalnızca gerçek türler (canlı veya soyu tükenmiş; hayvanlar, bitkiler, mantarlar, mikroorganizmalar veya virüsler) seçilebilir. Efsanevi türler (örn. tek boynuzlu atlar) veya bireysel organizmalar (örn. Ahtapot Paul) kabul edilmeyecektir.

Yazılı olarak ve kendi cümlelerinizle, seçtiğiniz türün neden dünyadaki en garip organizma olduğunu düşündüğünüzü açıklayın. Açıklamalarınızı yaparken aşağıdaki kriterlere dikkat ediniz:

- Bu türü en tuhaf yapan nedir? Görünüşü mü yoksa başka bir özelliği mi?

- Ne ile besleniyor?
- Nasıl hareket ediyor?
- Yaşam alanı neresi?
- Nasıl çoğalıyor?
- İnanılmaz özellikler sergileyebiliyor mu? Derinlere dalma, aşırı yüksekte uçabilme, aşırı soğuk veya aşırı sıcak koşullarda yaşayabilme? Bunları nasıl yapabiliyor?
- Organizma hangi fiziksel ilkeleri kullanıyor?

Açıklama yazınızın sonunda, bilgileri elde ettiğiniz tüm kaynaklarını listeleyin (web siteleri, kitaplar, TV belgeselleri, öğretmeniniz vb). İsteğe bağlı olarak, yazınıza organizmanın bir resmini veya videosunu ekleyebilirsiniz. Organizmayı kendiniz çizebilir, fotoğraflayabilir veya videoya çekebilirsiniz.

Hazırladığınız ödevi portfolyonuza ekleyiniz.

3. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 2: Sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs ve bebek arasındaki ilişkiyi açıklar.

Güvenlik Önlemleri: Ders öncesinde videoların içerik ve uygunluk kontrolü, internet güvenliği ve bağlantı kontrolü.

**2.Adım: PROBLEM
DURUMU**

INVESTIGATE (Araştırma)

Belirlenen problemin nedenleri ve etkileri tespit edilir.

Araştırma bölümünde amaç, öğrencilerin bir önceki adımda belirlediği ve çözmek istediği sorununun nedenleri ve etkilerinin araştırılmasıdır.

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğrencilerin Sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs ve bebek arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri amacıyla öğretmen dersten önce döllenme olayını gösteren animasyon videoyu hazır bulundurur

(https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.991/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=e87f2a7025e1c02baf6d5ee62e933fe&resourceTypeID=3&loc=-1&showCurriculumPath=true). Öğretmen dersten önce videoyu kontrol etmiş ve provasını yaparak sunum esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmeyi planlamıştır. Sperm ile yumurtanın birleşmesinden bebek oluşumuna kadar süreci gösteren video tartışılarak konunun kavranması amaçlanmaktadır. Ayrıca gebelikte çekilmiş ultrason fotoğrafı ve bir bebek fotoğrafı da dersten önce hazır bulundurur.

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencilerin derse ilgisini çekebilmek için ultrason fotoğrafını (16 haftalık) ve bir bebeğin fotoğrafını (38 haftalık) getirdiğini söyleyerek bu fotoğrafları sınıf tahtasına asar. Tahtadaki fotoğrafları işaret ederek “bizi oluşturan ilk hücre nedir? Bu hücre nasıl oluştu?” soruları öğrencilere yöneltilir ve öğrenciler derse aktif katılmaları konusunda cesaretlendirilir. 2.ünite olan Hücre Bölünmeleri ünitesi hakkında konuşulur ve öğrencilerin ön bilgileri yoklanır. Vücudumuzda kaç hücre olduğu, bu sayıyı bilip bilemeyeceğimiz, nasıl bu kadar fazla hücreye sahip olduğumuz vb. sorularla öğrencilerin hazırbuluşlukları artırılır.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Bizi oluşturan ilk hücrelerin ne olduğu sorusuna gelen yanıtlara öğretmen gerekli dönütleri verir. Ardından zigot oluşumundan bebek oluşumuna kadar gerçekleşen süreci açıklayıcı video sınıfta bulunan akılla tahtadan açılır. Video sadece animasyondan oluşmaktadır. Öğretmen gerekli yerlerde videoyu durdurarak sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs ve bebek kavramlarına yönelik açıklamalar yapar.

Videonun tamamlanmasını takiben öğretmen konunun pekişmesini sağlamak amacıyla sınıfta soru-cevap etkinliği ile dersi yürütür. Öğrencilerin, demokratik bir eğitim ortamında fikirlerine sınırlama getirmeden düşüncelerini ortaya koymalarına beyin fırtınası denir. Sınıf içerisinde tartışma ortamını yaratabilmek için gerektiği zamanlarda aşağıdaki sorular ile öğrencileri yönlendirir:

- Sperm ve yumurtanın birleşmesine ne isim verilir?
- Üreme hücreleri ne zaman üretilmeye başlar?
- Sperm neden kamçılıdır?
- Zigot art arda mitoz bölünmeler geçirdiğinde oluşan hücreye ne isim verilmektedir?
- Yumurta döllenmezse ne olur?
- Zigot kaç kromozomludur?

Bir önceki derste araştırmış oldukları Dünya'daki en tuhaf olduğunu düşündükleri türleri açıkladıkları yazılar toplanır, incelenir ve öğrencilere tek tek dönüt verilir. Grup içinde öğrencilerin birbirlerinin en tuhaf türlerinin özellikleri hakkında tartışmaları istenir.

Grupların beyin fırtınaları esnasında ses düzeylerinin artabileceği ihtimaline karşın gruplar arasında birbirlerini rahatsız etmeyecek kadar uzaklık bulunmasına da dikkat edilmiştir.

Tartışmalar esnasında öğrencilerin yenilikçi ve aynı zamanda birbirlerinin görüşlerine saygılı olacak şekilde beyin fırtınası yapmalarına özen gösterilecektir.

Biyomimikrinin en sade şekliyle yaşamın taklit edilmesi olduğu düşünülürse, her bir organizma en az bir problemin çözümünde uzmandır ve onlardan en az 10 milyon çözüm öğrenebiliriz. Kısacası ne kadar biyolojik çeşitlilik, o kadar tasarım yaparken bizi bilgilendirecek biyolojik model demektir.

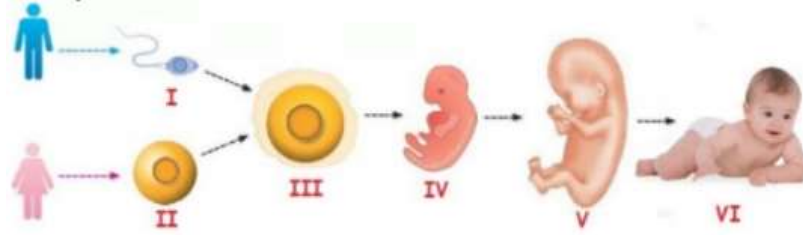
4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

İnsanda üreme, büyüme ve gelişme öğretmen tarafından özetlenir ve öğrencilere aşağıdaki çalışma kâğıdı dağıtılır:

ÇALIŞMA KAĞIDI 3:

İNSANDA ÜREME, BÜYÜME VE GELİŞME

1. Aşağıdaki görsellerle ilgili olarak verilen cümleleri doğru sayılarla eşleştiriniz ve soruların cevaplarını karşılarında bulunan boş alana yazınız.



Dişi üreme hücresidir	
Erkek üreme hücresidir	
Kromozom sayısı 46'dır	
Kromozom sayısı 23'tür	
Zigotun kromozom sayısını yazınız	
Döllenmiş yumurta hücresidir	
I ve II'nin birleşmesine verilen ismi yazınız	
Zigotun gelişmesi ile oluşan hangisidir	
VI ne kadar sürede meydana gelir	
V numaralı yapının ismini yazınız	
Zigotun yaklaşık 2ay sonraki ismini yazınız	

2. Bir önceki adımda yerel veya küresel alanda belirlediğiniz ve çözmek istediğiniz sorununun;

a) Nedenleri nelerdir?

.....
.....
.....
.....
.....

b) Etkileri nelerdir?

.....
.....
.....

Öğrencilerden bir sonraki derse hazırlık olarak sürdürülebilirliğin ne olduğunun araştırılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden bir tanesini seçerek etkilerinin neler olacağının rapor haline getirilerek portfolyolarına eklemeleri istenir.

4. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

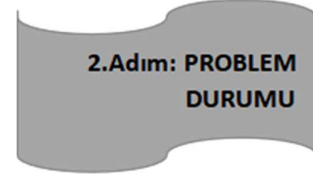
Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için alınması gereken tedbirleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.

Güvenlik Önlemleri: Haberin kaynak ve içerik açısından güvenilirliğinin kontrolü, öğrencilerin düşüncelerini serbestçe ifade etmeleri teşvik edilirken, saygılı ve yapıcı bir tartışma ortamının korunması



Belirlenen problemin nedenleri ve etkileri tespit edilir.

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğrencilerin embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için alınması gereken tedbirleri keşfetmeleri amacıyla öğretmen dersten önce üç farklı gazete haberi hazırlamıştır. Gazete haberinin sınıfta okunup tartışılarak konunun kavranması amaçlanmaktadır.

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencilerin derse ilgisini çekebilmek için bugün derse bir gazete haberi getirdiğini ve haber hakkında öğrencilerinin fikirlerini merak ettiğini söyler ve haber

sayfasını sınıfta bulunan akıllı tahtaya yansıtır:

ANNENİN RUHSAL DURUMU BEBEĞİN PSİKOLOJİSİNİ DE ETKİLİYOR

.....Bebek, annenin yemek içme alışkanlıklarından, fiziksel hareketlerinden etkilendiği kadar onun ruhsal çalkantılarından, mutluluğundan, heyecanından da etkilenmektedir. Anne adayının gebelik sürecinde yaşayacağı stres, bebeğin gelişim sürecini etkilemekle birlikte, yetişkinlik döneminde depresyon gibi ciddi rahatsızlıklar

GEBELİKTE ALKOL KULLANIMI

Doğumdan sonra lohusalık ve emzirme dönemi boyunca alkol tüketimi bebekte uyusukluk, derin uyku hali, güçsüzlük gibi etkiler meydana getirebileceğini belirterek, alkolün bebekte motor ve zihinsel fonksiyonlarda gerileme yaptığı sonuçlarına varıldığını

“Alkol ve sigara sütünüzü zehirliyor. Eğer siz içiyorsanız bebeğiniz de içiyor”

Günümüzde dünyadaki kadınların yaklaşık yüzde 12'sinin sigara kullandığı tahmin ediliyor. Bu oran gelişmiş ülkelerde çok daha fazla. Bu tahminin en korkutucu yanı ise sigara kullanan kadınların büyük bir kısmının emzirme süresince de bu alışkanlıklarından vazgeçemedikleri gerçeği.

Birçok şifası bulunan anne sütü bebeğiniz için bir zehire dönüşüyor. Sigara ve alkol kullanan annelerde kullanmayanlara oranla daha az süt oluyor ve emzirme süreleri daha kısa oluyor. Öte yandan sigara içilen evlerde büyüyen çocuklar daha sık hastalanıyor ve uku

3. DERSİ GELİŞTİRME

Öğretmen gazete haberine dayanarak, öğrencilere embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için alınması gereken tedbirlerin neler olabileceğini sorar ve beyin fırtınası başlatır.

Öğrencilerin, demokratik bir eğitim ortamında fikirlerine sınırlama getirmeden düşüncelerini ortaya koymalarına beyin fırtınası denir. Sınıf içerisinde tartışma ortamını yaratabilmek için gerektiği zamanlarda aşağıdaki sorular ile öğrencileri yönlendirir:

Annenin;

- Temizliğine dikkat etmesi sizce önemli midir?
- Yolculuk sırasında nelere dikkat etmelidir?
- Doktor kontrollerine düzenli gidilmesi önemli midir?
- Kıyafetlerinde kullandığı kumaşların niteliğinin bir önemi var mıdır?

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilerle soruların cevaplarının gönüllü öğrenciler tarafından cevaplanması istenir. Konuşmak istemeyen öğrenciler de cesaretlendirilerek derse katılım artırılmaya çalışılır.

Bir önceki derste sürdürülebilirliğin ne olduğunun araştırılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden bir tanesini seçerek etkilerinin neler olacağını rapor haline getirilerek portfolyolarına eklemeleri istenmişti. Öğretmen öğrencilerin kağıtlarını toplar, inceler, gerekli düzeltmeleri yapar. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerini öğretmen özetler:

Hedef 1: Yoksulluğa Son.

Hedef 2: Açlığa Son.

Hedef 3: Sağlıklı Bireyler.

Hedef 4: Nitelikli Eğitim.

Hedef 5: Toplumsal Cinsiyet Eşitliği.

Hedef 6: Temiz Su ve Sıhhi Koşullar.

Hedef 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji.

Hedef 8: İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme.

Hedef 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı

Hedef 10: Eşitsizliklerin Azaltılması

Hedef 11: Sürdürülebilir Şehir ve Yaşam Alanları

Hedef 12: Sorumlu Tüketim ve Sorumlu Üretim

Hedef 13: İklim Eylemi

Hedef 14: Sudaki Yaşam

Hedef 15: Karadaki Yaşam

Hedef 16: Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar

Hedef 17: Hedefler İçin Ortaklıklar

Sürdürülebilirlik hedeflerinin her biri için etkilerinin ve sonuçlarının ne olacağı sınıfta tartışılarak ders bitirilir.

5. GÜN

3.Adım : ÇÖZÜM OLUŞTURMA

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır.

Güvenlik Önlemleri: İnternet güvenliği ve internet bağlantısı kontrolü, derste gösterilecek videonun önceden kontrolü.



Doğadan ilham almak, yerel ve küresel sorunları çözmemize nasıl yardımcı olabilir?

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen hem biyomimikri tasarımına yönelik doğanın hem de bitki ve hayvanlarda üreme konusuna yönelik canlıların incelenmesi amacıyla bu derste sanal hayvanat bahçesi gezisi planlamıştır. Canlıları kendi doğal ortamlarında gözlemleyebilmek amacıyla dünya genelinde çeşitli hayvanat bahçelerinden canlı yayın yapan web siteleri dersten önce hazırlanmış ve olası aksaklıklara karşı ders başlamadan kontrol edilmiştir. Ayrıca canlıların neslinin devamlılığını sağlayabilmesi için üremenin gerekli olduğuna dikkat çekebilmek amacıyla öğretmen dersten önce “Dinozorlar Yok Olduktan Sonraki 10 Dakika” adlı videoyu derste göstermek üzere hazırlamıştır. Öğretmen dersten önce videoyu kontrol etmiş ve provasını yaparak sunum esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmeyi planlamıştır.

2. DERSE GİRİŞ

Öğretmen dikkat çekebilmek için öğrencilere “acaba dinozorların nesli neden tükendi?” sorusunu yönelterek derse giriş yapar ve ön bilgilerini yoklar. Ardından krater çarpmasının

dinozorların sonunu getirmesinin yanında, özellikle krater bölgesi ve çevresinin Ay yüzeyi kadar ıssız ve sessiz hale gelmesine sebep olduğunu ve çarpma bölgesindeki diğer bitkilerin ve hayvanların da zarar gördüğünü açıklayan “Dinozorlar yok olduktan 10dk sonra” adlı videoyu açmıştır (<https://www.youtube.com/watch?v=3RSfT9vbr74>). Videonun izlenmesinin ardından öğrencilere “acaba meteor çarpması vb. durumların dışında bir neslin tükenmesine ne sebep olabilir? Neslin devamlılığını sağlayan olay nedir? Neden böyle düşünüyorsunuz?” sorularını yönelterek öğrencileri derse aktif katılmaları konusunda cesaretlendirmiştir. Üremenin canlılığın devamlılığı için zorunlu olmasa da neslin devamlılığının sağlanması için gerekli olduğuna değinilir ve sanal hayvanat bahçesi gezisi kısmına geçilir.

İncelenmesi planlanan hayvanat bahçelerini aşağıda listelenmiştir:

- Edinburgh Hayvanat Bahçesi (İngiltere) - CANLI
- Marwell Hayvanat Bahçesi (İngiltere) - CANLI
- Dublin Hayvanat Bahçesi (İrlanda) - CANLI
- San Diego Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI
- Houston Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI
- Yaşayan Sahil Vahşi Gezegeni (İngiltere) - CANLI
- Paignton Hayvanat Bahçesi (İngiltere) - CANLI
- Smithsonian Ulusal Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI
- Clearwater Marine Akvaryumu'ndaki (ABD) Kapalı Otopark - CANLI
- Reid Park Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI
- Chattanooga Hayvanat Bahçesi (ABD) - CANLI
- Monterey Bay Akvaryumu (ABD) – CANLI
- Kansas Hayvanat Bahçesi (ABD) – CANLI

3. DERSİ GELİŞTİRME

Öğretmen çeşitli türleri kendi ortamlarında izleyeceklerini söyleyerek dünya genelindeki birkaç hayvanat bahçesine canlı olarak bağlanır. Gözlemleri esnasında varsa canlıların yavrularına da dikkat etmelerini, sadece hayvanlara odaklanmak yerine çevredeki bitkileri gözlemlenmelerini de ister. Bu esnada öğrencilere çalışma kâğıdı dağıtır ve öncelikle çalışma kâğıdını gözden geçirmelerini, gözlemleri sırasında çalışma kâğıdını tamamlamalarını ister. Yukarıda listelenen hayvanat bahçelerine sınıfta bulunan akıllı tahta ile sırasıyla bağlanır ve tüm sınıf gözlemlerini yapar.

Hayvanat bahçeleri insanlar tarafından gözlenen, algılanan ve eğitimsel mesajlar içeren mekânlardır. Hayvanat bahçesi ziyaretçilerin doğal sergi alanlarında, hayvanların yaşam çevreleri hakkında bilgi edinecekleri ve hayvan davranışlarının ilginçliğini keşfedecekleri çevreler olarak tasarlanmaktadır. Modern hayvanat bahçelerinde, her hayvan türünün yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli koşulların sağlanabilmesi önemlidir. Bunun için sergilenecek hayvanların doğal habitatları incelenip, yaşam isteklerini ortaya koyacak uzman kişiler gereklidir. Sergi alanlarının doğal ortama uygun düzenlenmesi ziyaretçiye, hayvanın gerçek davranışlarını göstermesini sağlar. Böylece hayvanların esaret altında olmasının getirdiği olumsuz etkiler en aza indirilerek, kaçınılmaz olan bu durum hayvanların daha çekici olmasını sağlayacak şekle döndürülür. Hayvanat bahçesi tasarımı, tasarım grubu, peyzaj mimarı, mimar, mühendisler, zoologlar ve ekoloji danışmanlarından oluşturulur.

Öğretmen canlı bağlantı esnasında karşılaştıkları canlı türlerinin eşeyli mi yoksa eşeysiz mi üredikleri hakkında sorular sorarak bu konular hakkında bilgi verir. Ayrıca karşılaştıkları canlıların üremelerine dair sorular sorarak vejetatif üreme, tomurcuklanarak üreme, bölünerek üreme ve yenilenme ile üremeye dair bilgiler de verilir.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere dağıtılan çalışma kâğıtlarında yer alan soruların cevaplarının gönüllü öğrenciler tarafından okunması istenir. Konuşmak istemeyen öğrenciler de cesaretlendirilerek derse katılım artırılmaya çalışılır. Birinci soru sanal hayvanat bahçesi gezisi başlamadan cevaplanacaktır. Ayrıca bir sonraki derse kadar çevrelerinde gördükleri çiçek, ot, ağaç vb. bitki türlerinden birer örnek getirmelerini isteyerek dersi bitirir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 4:

SANAL HAYVANAT BAHÇESİ GEZİSİ

1.Sanal geziden beklentileriniz nelerdir (eğlenmek, hayvanları anlamak, tecrübe edinmek, hayvanları görmek, hayvanların yaşam alanını görmek vb.)?

2.Sanal hayvanat bahçesi gezisi esnasında eşeyli üreme yapan canlılardan hangilerini gördünüz? Yazınız.

3.Sanal hayvanat bahçesi gezisi esnasında eşeysiz üreme yapan canlılar da görebildiniz mi? neden?

4.Aşağıdaki canlıların üreme şekillerini işaretleyiniz.

	Tomurcuklanma	Rejenerasyon	Vejetatif	Bölünme
Toprak solucanı (Yassı solucan)				
Deniz yıldızı				
Planarya				
Deniz anası				
Bira mayası				
Çekirdeksiz üzüm				
Hidra				
Bakteri				

5. Sanal hayvanat bahçesi gezisi esnasında dikkatini çeken, yerel veya küresel çevre sorunlarına çözüm bulma adına doğadan ilham alabileceğin bir örnek verebilir misin?

Dersin Adı: Fen Bilimleri

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır.

Güvenlik Önlemleri: Öğrencilere doğal kaynakların korunması ve bitkilerin hassas bir şekilde ele alınması gerektiği konusunda bilinç kazandırmak önemlidir. Öğrencilere bitkilerin doğal yaşam alanlarında korunması gerektiği ve bitkilerin sadece eğitim amacıyla toplandığını anlatmak önemlidir. Bilinçli ve sorumlu davranışlar teşvik edilmelidir.




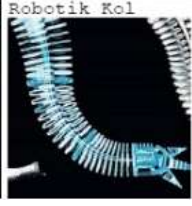
Doğadan ilham almak, yerel ve küresel sorunları çözmemize nasıl yardımcı olabilir?

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen bir önceki derste öğrencilerden çevrelerinde gördüğü bitki türlerinden örnek veya fotoğraf, çizim getirmelerini istemiştir. Bu derste de bitkilerde üreme konusuna değinmek için kendisi de bir çiçekli bir çiçeksiz olmak üzere bitki örneği hazırlar. Ayrıca öğrencilere biyomimikrinin yerel ve küresel sorunların çözümündeki potansiyelini tanıtmak için biyomimikri ile ilgili kart destesi hazırlamıştır. Kartların ön yüzünde doğadaki yapıya veya canlıya ait fotoğraf ile ondan ilham alınarak ne tür inovasyon yapıldığı arka yüzünde ise açıklamalar yer alacaktır. Kart destesi ile öğrencilerde farkındalık oluşması ve yaratıcılığın teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede öğrenciler doğanın stratejilerinin ne kadar ilham verici olabileceğini keşfedecektir. Kart destesinde yer alan bir kartın ön ve arka yüzüne dair örnek aşağıda verilmiştir:

KARTIN ÖN YÜZÜ

KARTIN ARKA YÜZÜ

 <p>Fil Hortumu</p>	<p>Fillerin hortumundaki kemik yapısında rahat hareket etmeyi sağlayan ve kolayca kıvrılabilen diskler bulunur.</p>
 <p>Robotik Kol</p>	<p>Robotik kol yapımında, hortumun işlevine dikkat edilerek esnek hareketin kolaylaştırılması amaçlanmıştır.</p>

Kaynak: Uçar, S. (2020)

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencileri güdüleyebilmek için öğrencilerin getirdiği bitkileri inceler, dersin devamında da sınıfa getirdiği kart destelerini göstererek bugün bir grup etkinliğinin yapılacağını söyler.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Öğretmen kendi getirdiği çiçekli bitki üzerinden çiçeğin kısımlarını hatırlatır. Çiçekli bir bitkinin kısımları 5.sınıf fen bilimleri dersi canlıların sınıflandırılması ünitesinde işlenmiştir, çiçeğin üremede görevli organ olduğundan da bahsedilmiştir. Öğretmen elinde bulunan çiçekli bitkinin çiçek kısmının çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ, dişi organ vb. kısımları üzerinde durur. Öğrencilerin ön bilgilerini yoklar, eksik kısımlar varsa üzerinde tartışılır. Tozlaşma, tohum oluşumu üzerinde sınıf içerisinde beyin fırtınası yapılır. Ardından çiçeksiz bitki üzerinde konuşulur. Çiçekli ve çiçeksiz bitkilerin nasıl ve neden ürediği üzerinde tartışılır ve ardından biyomimikri kart destesi incelemesine geçilir.

Öğretmen elindeki desteden bir adet kart alır ve ön yüzlerinde fotoğraf, arka yüzlerinde ise açıklamalar olduğunu söyler. Gerekli açıklamaların yapılmasının ardından kartları gruplara eşit olarak dağıtır. İdeal olarak her gruba 4-5 kart verilir ve bireysel olarak birkaç dakikalık incelemenin ardından grup üyelerinin kartları birbirleri ile değiştirmeleri gerektiğini söyler.

Grup masaları ve sıraları grup üyeleri birbirine bakacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir öğrencinin gerekmesi durumunda yazmak/çizmek üzere defteri ve alanı hazır bulundurulacaktır. Grup üyeleri her bir kartı inceledikten sonra kendi grubundaki arkadaşına verir ve tüm grup üyeleri kendilerine verilen kartları incelemiş olur. Ardından gruplar arasında kart değişim yapılır ve her öğrenci her bir kartı inceleme imkânı bulmuş olur.

Çalışma kâğıdı olarak biyomimikri kart destesi çalışma kâğıdı dağıtılacaktır.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere aşağıdaki çalışma kâğıdı dağıtılır ve grup üyelerinin birlikte düşünerek tamamlamaları istenir:

ÇALIŞMA KAĞIDI 5:

GRUBUN ADI:

BİYOMİMİKRI KART DESTESİ

A) Bitki ve hayvanların üremesini karşılaştırınız. Benzeyen yönlerini ve farklı yönlerini maddeler halinde yazınız:

Ortak yönler:	Farklı yönler:

B) Kart destesinde incelediğiniz yapılardan veya özelliklerden 6 tanesini anımsayın ve her yapı veya özellik için aşağıdaki ifadeyi tamamlayın:

“ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

Örnek: *Yarasanın buruşuk burnu, onu ses dalgalarını yakalamada bir şampiyon yapıyor.*

Örnek: *Fillerin hortumundaki kolayca kıvrılabilen diskler onu esnek hareket edebilmede bir şampiyon yapıyor.*

1. “ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

2. “ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

3. “ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

4. “ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

5. “ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

6. “ _____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

7. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini örnekler vererek açıklar.

Güvenlik Önlemleri: Deneylerin güvenli bir ortamda yapılabilmesi için deneysel alan düzenlemeleri yapılmalıdır. Her grup için ayrı bir çalışma alanı oluşturulmalı ve bu alanlar sırasıyla denetlenmelidir. Herhangi bir kimyasal madde kullanılmayacaksa bile, suyun veya toprağın kalıntıları gibi kimyasal malzemeler de deneyde bulunabilir. Bu nedenle, öğrencilere kimyasal maddeleri yanlışlıkla tüketmemeleri veya gözlerine sürmemeleri konusunda uyarılmalıdır. Eller, bitkilerle temas etmeden önce ve sonra yıkanmalıdır. Bitkiler üzerinde çalışırken ellerin ağız ve gözlere değmemesi gerektiği vurgulanmalıdır. Öğretmen, deneyler sırasında takip edilmesi gereken kuralları ve talimatları öğrencilere net bir şekilde açıklamalıdır. Öğrencilere, deney sırasında herhangi bir sorun yaşadıklarında hemen öğretmene haber vermeleri gerektiği konusunda bilgi verilmelidir.

INNOVATE (İnovasyon) → Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturulabiliriz sorusuna odaklanılır. Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri inovasyonu yaratılır.

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen bu derste öğrencilerin bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini keşfedebilmeleri için her gruba 4 bardak fasulye ve pamuk hazırlamıştır. Öğrencilerin

fasulye bitkisinin çimlenme ve ardından büyüyüp gelişme süreçlerini takip ederek bu süreçte nelerin etkili olduğunu keşfetmelerini amaçlamıştır.

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen hazırlamış olduğu materyallerle derse gelir ve öğretmen masasının üstüne koyar. Öğrencilere malzemeleri tek tek kaldırıp gösterir ve bir bitkinin büyüyüp gelişebilmesi için acaba nelere ihtiyacı vardır? sorusunu yöneltir. Öğrencilerden gelen cevapları dinler ve cevaplarına herhangi bir dönüt vermeden doğru olup olmadığını görebilmek için bu derste bir deney yapacaklarını söyler.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Öğretmen derse getirdiği deney malzemelerini her bir gruba dağıtır. Bardakların altına pamukları yerleştirip fasulyeleri ekledikten sonra üstüne tekrar pamuk koymalarını söyler. Ardından bitkilerin büyüyüp gelişmesinde hangi faktörlerin etkili olabileceğini tekrar sorar ve ‘bağımsız değişken’ tanımına vurgu yapar. Bağımlı değişken ve kontrol edilen değişkenin de ne olduğuna değinildikten sonra, öğrencilerden gelen cevapları kontrollü deney düzenekleri ile test etmelerini söyler:

- 1. Bardak: su eklenir güneşe koyulur
- 2. Bardak: su eklenir karanlıkta bekletilir
- 3. Bardak: su eklenir güneşe koyulur
- 4. Bardak su eklenir güneşe bırakılır fakat üstü streç filmle kapatılıp oksijen alması engellenir
- 5. Bardak: su eklenir güneşe koyulur
- 6. Bardak: su eklenmeden güneşe bırakılır

Yukarıdaki örneklere benzer şekilde öğrencilerin büyüyüp gelişmede etkili olduğunu düşündüğü faktörleri istedikleri deney düzeneklerini kurarak denemeleri istenir. Bu esnada öğretmen gruplar arasında dolaşır, gerekli dönüt ve düzeltmeleri verir. Sonucu görebilmek için çimlenmenin bekleneceği belirtilir.

Ardından biyomimikriye vurgu yapılır: “Yaklaşık 4,5 milyar yaşında olduğu tahmin edilen dünyada yaşamın 3,8 milyar yıl önce başladığı düşünülmektedir. O zamandan beri doğa, canlı ve cansız varlıklar arasında oluşturduğu kusursuz denge ile varlığını devam

ettirmektedir. Biyomimikri sadece doğanın bilgeliğinden bir şeyler öğrenmek amacıyla değil, gezegenimizi ve kendimizi daha iyi hale getirmek için de kullanılabilir. Neden doğadan öğrenebiliriz? sorusunu Benyus (1997) kitabında şu şekilde açıklamaktadır:

- Doğa sadece ihtiyaç duyduğu enerjiyi kullanır.
- Doğa, işlev için biçime uyar.
- Doğa her şeyi geri dönüştürür.
- Doğa iş birliğini ödüllendirir.
- Doğa çeşitliliğe güvenir.
- Doğa yerel uzmanlık gerektirir.
- Doğa aşırılıkları içeriden engeller.
- Doğa, sınırların gücünden yararlanır.

Kaynakları sınırlı bir Dünya’da sınırsız nüfus artışını nasıl sürdürülebilir bir hale getireceğiz? sorusuyla karşı karşıya kalmaktayız. Tam bu noktada, biyomimikri ile doğaya bakmak, yanı başımızda araştırma ve geliştirme laboratuvarına sahip olmak gibidir. Doğanın yenilenebilir kaynaklarını nasıl kullandığını, atık oluşumunun nasıl sınırlandırıldığını, ortaya çıkan ürünlerin çevreyi kirletmeden nasıl var olduğunu gözlemlemek bize ekolojik olarak düşük ayak izine sahip tasarımlar yapabilmeye ilham kaynağı olacaktır.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrencilere belirledikleri sorunun çözümünde neler yapabiliriz sorusu yöneltilir ve dağıtılan çalışma kağıtlarına grup içi beyin fırtınası ile bir sorun belirleyerek çözümüne ilişkin doğadan ilham alacakları bir öneri sunmaları istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 6:

GRUBUN ADI:

SORUN VE ÇÖZÜM

Evinizde, okulunuzda, sokakta veya yakın çevrenizde en sık rastladığınız sorun nedir?
Bu sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabilirsiniz?
Yazınız.



8.GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri açıklar.

Güvenlik Önlemleri: Derste kullanılacak videoların ders öncesi izlenmesi, kontrolü ve böylelikle ders esnasında oluşacak aksaklıkların önüne geçmeye çalışılması.

INNOVATE (İnovasyon) Tespit edilen soruna hitap eden bir biyomimetik tasarımı nasıl oluşturabiliriz sorusuna odaklanılır. Seçilen problemin çözümüne yardımcı olacak bir biyomimikri inovasyonu yaratılır.

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen dersten önce “Bir Kelebeğin Yaşam Döngüsü” animasyon belgeselini hazır bulundurur (<https://www.youtube.com/watch?v=aWJ645fpoBg>). Başkalaşım olayını öğrencilerin daha iyi kavrayabilmesi için belgeseli dersten kontrol eder ve ders esnasında oluşacak aksaklıkların önüne geçmeye çalışır. Ardından öğrencilerin biyomimetri tasarımlarına fikir vermesi için “ask nature” web sitesini tanıtır (<https://asknature.org/>).

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Biyomimikri enstitüsü tarafından hazırlanan bu sitenin amacı, karşılaşılan sorunlara “Doğa bunu nasıl çözüyor?” bakış açısıyla yaklaşmaktır.

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen öğrencilerin dikkatini çekebilmek için “acaba bütün canlılar dünyaya geldiklerinde ana canlıya benzer mi? Neden böyle düşünüyorsunuz? Örnek verebilir misiniz?” vb. sorular sorar. Öğrencilerden gelen cevapların ardından konunun daha iyi anlaşılması açısından “Bir Kelebeğin Yaşam Döngüsü” belgeseli izletilir.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Belgeselin ardından öğrencilerle kısa bir konuşma yapılır. Başkalaşım, doğurarak ve yumurtayla çoğalma konusuna kısaca değinilir.

Öğrencilere bugün tasarımları için faydalanabilecekleri bir web sitesi olan “ask nature (doğaya sor)” sitesini tanıtaçağını söyleyen öğretmen sınıfta bulunan akıllı tahtadan siteyi açar. AskNature, doğanın bir problemi çözmesi için harika örnekleri olan ilham verici doğal fenomenlerin bir kataloğudur. Tasarımcılar ve mühendisler, bu veri tabanındaki Biyolojik Strateji sayfalarını sorunları çözmeye ilham almak için kullanırlar ve öğrenciler de kullanabilmektedir. Doğanın sistem ve özelliklerinin, insan sorunlarını çözen sistem ve ürünlerin tasarımına nasıl ilham verebileceğini anlamalarına yardımcı olan bu sitede yer alan etkinlikler ve bilgilendirici içerikler sınıf ortamında incelenir. Deniz habitatları yeni beton tasarımlarına nasıl ilham veriyor? Kelebekler yeni bir boya türüne nasıl ilham veriyor? Mercan, çevre dostu giysilere nasıl ilham veriyor? Bitkiler bize yiyecekleri nasıl koruyacağımızı nasıl öğretiyor? Bu ve buna benzer başlıklar Ask Nature web sitesinden açılır ve öğrencilerle tartışarak örnekler incelenir.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Öğrenciler grup çalışması ile bir önceki derste mahallelerinde, okulda, sokakta veya yakın çevrelerinde en sık rastladığı sorunu yazmış ve bu sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabileceklerini belirlemişlerdi. Bu derste ise öğrenciler tasarım fikirlerini oluşturur sonra güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirerek inovasyonlarını geliştirir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 7:**GRUBUN ADI:****BIYOMİMİKRI - TASARIM**

Bir önceki derste mahallenizde, okulda, sokakta veya yakın çevrenizde en sık rastladığınız sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabileceğinizi belirlemiştiniz. Bu derste sizden tasarım fikirlerinizi geliştirmenizi bekliyorum. Tasarım fikrinizi, doğada bulunan hangi yapıdan ilham aldığınızı, neden bu yapıyı seçtiğinizi açıklayınız. Tasarım fikrinizi oluşturduktan sonra güçlü veya zayıf yönlerini de belirleyiniz.

9.GÜN**Dersin Adı:** Fen Bilimleri**Ünite:** Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme**Öğrenme Alanı:** Canlılar ve Yaşam**Sınıf:** 7.sınıf**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Kazanım 1: Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.

Güvenlik Önlemleri: Bazı öğrenciler hayvanlara veya bitkilere karşı alerjik reaksiyonlar gösterebilir. Öğrencilerin bu tür alerjilere sahip olup olmadığına dair bilgi sahibi olmak ve gerekli tedbirleri almak önemlidir. Hayvan bakımıyla ilgili olarak, öğrencilere sorumluluk ve etik konuların da vurgulanması önemlidir. Hayvanların iyi bakılması, doğal yaşam alanlarının korunması ve sürdürülebilirlik bu bağlamda önemlidir.

COMMUNICATE (İletişim) Yukarıda belirtilen adımların tamamlanmasıyla, öğrenciler belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümlerini sunmaları için hazır hale gelirler.

Bu bölümde öğrenciler tasarımlarını, çözülen sorunu, tasarım çözümlerine ilham kaynağının ne olduğunu ve tasarımlarının neler başardığını sunarlar. Biyomimikriyi uygulamanın, bilim, problem çözme, mühendislik ve teknoloji hakkındaki düşüncelerini nasıl şekillendirdiğini de açıklarlar.

1. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI (Ders öncesi)

Öğretmen, bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenmenin önemini kavranmasını amaçladığı için bu ders ağırlıklı beyin fırtınası ve soru-cevap şeklinde geçecektir. Bu sayede evcil hayvana sahip olmanın faydaları ve önemi üzerine konuşularak ve üstümüze düşen sorumlulukların bilincine varılması hedeflenmektedir.

2. DERSE GİRİŞ:

Öğretmen, öğrencilerine herhangi bir hayvanın veya bitkinin bakımını üstlenen olup olmadığını sorar. Söz almak isteyen öğrencilere, bir canlının bakımını üstlenmenin kendisini nasıl hissettirdiği, mutlu edip etmediği, sorumluluk duygusu verip vermediği vb. sorular sorar. Ardından ne kadar süreli bu canlılara baktığı, bitkinin veya hayvanın büyümesinde neleri gözlemlediği de sorulur.

3. DERSİ GELİŞTİRME

Yukarıda yer alan sorular sınıf ortamında tartışılır. Hayvan sevgisiyle büyüyen çocuklar canlılara daha saygılı ve sevgi dolu bireyler olarak yetişir. Bu çocukların daha mutlu olduğu bilinmektedir. Hayvanlar karşılıksız sevgiyi verir. Hayvanlarla oyun oynamak serotonin ve dopamin salgılatarak, rahatlamamızı ve sakinleşmemizi sağlar. Çalışmalar, evimizde

bitkilerin bulunmasının, insanlar üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, stres ve yorgunluğu azaltmaya ve verimliliği artırmaya yardımcı olduğunu da göstermiştir.

Yukarıda geçen açıklamaların ardından biyomimikri ile bağlantı kurulur. Biyomimikrinin eğitim öğretim süreçleri ile bütünleştirilmesinde başlangıç noktası, insanın karşılaştığı zorluklarla doğanın nasıl baş ettiğinin sorgulanmasıdır. Ancak öğrencilerin sorunlara çözümler üretebilmesi; canlıların enerji, beslenme, barınma ve birlikte yaşama gibi alanlardaki güçlüklerini nasıl aştıklarını anlamaları için doğayı örnek alarak merakla bakabilmeyi ve doğayı bir öğretmen olarak görebilmeyi gerektirmektedir. Bu da planlı şekilde yürütülen fen derslerine entegre edilmiş biyomimikri eğitimi ile mümkün olacaktır. Biyomimikriyi fen eğitimi müfredatına dahil etmenin birçok faydası vardır; öğrenciler keşifler yapar, ekip çalışması içerisinde çalışan öğrencilere benzersiz bir STEM deneyimi sunar, onları yaşanan zorluklara çözümler tasarlamaları için cesaretlendirir, sürdürülebilirlik konularında ve yaratıcı düşünmede beceri geliştirirlerken farklı bakış açıları da kazanırlar.

4. DERSİ BİTİRME ve BİR SONRAKİ DERSE HAZIRLIK

Bu bağlamda, öğrencilerden biyomimikri olduklarını tahmin ettikleri tasarımlara örnek vermeleri istenir. Bu amaçla çalışma kâğıdı dağıtılır ve grup içinde iş birliği ile tamamlamaları istenir.

Bir sonraki derste öğrencilere çevrelerindeki belirlemiş oldukları sorunun çözümü için doğadaki ilham aldıkları tasarım fikirlerinin modellerini yapacakları söylenir. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir denir ve grup arkadaşlarıyla tasarımları hakkında konuşarak ihtiyaç duyacakları malzemeleri bir sonraki derste hazır bulundurmaları istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 8:**GRUBUN ADI:****BİYOMİMİKİRİ TASARIMLARI**

Grup arkadaşlarınızla tartışarak, biyomimikri olduğunu düşündüğünüz tasarımlara örnekler veriniz. Bu tasarımın hangi sorunun çözümü için tasarlandığını ve hangi canlıdan ilham alındığını da belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

BİYOMİMİKİRİ TASARIMI:	İLHAM ALINAN CANLI:	SORUN:

Yukarıda yazdığınız örneklerden herhangi birini geliştirmek isteseydiniz neler yapardınız? Açıklayınız. Yeni tasarımınızın resmini aşağıya çizebilirsiniz.

10. GÜN

Dersin Adı: Fen Bilimleri

**3.Adım: ÇÖZÜM
OLUŞTURMA**

Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Sınıf: 7.sınıf

Önerilen Süre: 2 Ders saati

Güvenlik Önlemleri: Öğrencilerin tasarımları için kullanacakları malzemeler ve araçlar güvenli olmalıdır. Özellikle kesici veya tehlikeli malzemeler kullanılıyorsa, öğrencilerin güvenlik ekipmanı kullanmaları sağlanmalıdır. Sivri malzemelerin güvenli kullanımına, iyi havalandırılmış ortama, malzemelerin doğru kullanımı, kişisel hijyene dikkat edilmelidir. Öğrencilere, tasarımları sırasında herhangi bir sorun yaşadıklarında hemen öğretmene haber vermeleri gerektiği konusunda bilgi verilmelidir.

COMMUNICATE (İletişim)

Yukarıda belirtilen adımların tamamlanmasıyla, öğrenciler belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümlerini sunmaları için hazır hale gelirler.

Bu bölümde öğrenciler tasarımlarını, çözülen sorunu, tasarım çözümlerine ilham kaynağının ne olduğunu ve tasarımlarının neler başardığını sunarlar. Biyomimikriyi uygulamanın, bilim, problem çözme, mühendislik ve teknoloji hakkındaki düşüncelerini nasıl şekillendirdiğini de açıklarlar.

Beş adımdan oluşan MIMIC öğretim yaklaşımının son adımında öğrenciler belirledikleri sorunlara doğadan ilham aldıkları çözümlerini sunmaları beklenmektedir. Tasarım

fikirlerinin modellerini yapacaklardır. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir.

ÇALIŞMA KAĞIDI 9:

GRUBUN ADI:

BİYOMİMİKİRİ TASARIMIM

Önceki derslerimizde mahallenizde, okulda, sokakta veya yakın çevrenizde en sık rastladığınız sorunun çözümü için doğadaki hangi yapı veya organizmadan ilham alabileceğinizi belirlemiştiniz. Bu derste sizden tasarım fikirlerinizin modellerini yapmanızı bekliyorum. Bu tasarımlar iki veya üç boyutlu modeller, çizimler veya diyagramlar olabilir. Bu aşamada modelin açıkça anlaşılabilir olması önemlidir. Tasarımınızda doğada bulunan hangi yapıdan ilham aldığınızı, neden bu yapıyı seçtiğinizi açıklayınız. Tasarımınızı oluşturduktan sonra güçlü veya zayıf yönlerini de belirleyiniz.

EK-I: DENEY GRUBUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ETKİNLİKLER

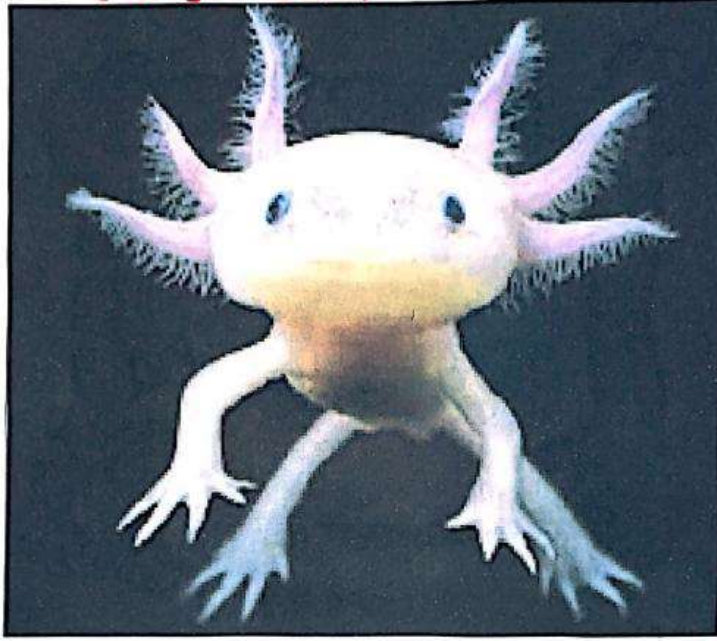
1. HAFTA ETKİNLİKLERİ:

ARMADILLO



Armadillo'da zırh gibi plakalar bulunan kulakları oldukça ayrıktır. Koni şeklinde ten renginde ve tüysüz bir yüze sahiptir. Bu hayvanın nepsi birbirine yakın görünüşü yaklaşık 100 dişle sahiptir karnı fırtak olması raven vücudunun sert kalını küçük esnek bir kabukla kaplıdır kabaca iri bir fareye anduran görüntüsü benzerliğine geldiği için araştırıldı. Küçük bir köpek boyutundadır koruyucu zırha sahiptirler genellikle orta ve Güney Amerika'da bulunurlar neme bir hayvandır kolu dıma düşen nispeten gelişmiş olması aksine görme duyu zayıftır. Uyku çok severler günü yaklaşık 16 saatini yuvalarında uyuyarak geçirirler. Yılda 1 kez doğum yaparlar. İyi bir güzüdür gözler ve gözlemleri olan kumlu toprakları severler. Böcek beslendikleri için bu toprak tipi onların yiyecek bulmasını ve yuvalarını inşa etmesini kolaylaştırır.

AXSOLOTL SEMENDERİ (Yürüyen Balık)



Bir semender türüdür. Bu hayvan tatlı, şirin, sevinçli yürüyebilen balık olduğu için benim ilgimi çekti. Bu türün larvaları metamorfoz geçiremezler bu sebeple yetişkinleri suda yaşar ve solungaçları vardır. Bu tür hayvanın yaşam alanı Meksika Chalco Gölü ve Meksika'nın doğu bölgeleridir. Böceklerin larvaları, minik balıklar ve solucanlar ile beslenirler.

Axolotl yürüyerek ve yüzerek hareket ederler. İlginç bir özelliği de göz kapaklarının olmamasıdır. Birçok ülkede ev hayvanı olarak da yetiştirilmektedir.

Hayatını suda geçiren canlılar yüzgeçleriyle hareket ederken karada yaşayan canlılar ise sürünür yada yürürler. Axolotl semenderi ise bu iki tanımda uyumuyor. Axolotl semenderi yetişkinliğinde bile bir larvaya benziyor bu nedenle pek çok kişi bu semenderi yürüyen balık olarak tanımlıyor. Yumurtlayarak çoğalıyor. İlgün içinde yumurtadan çıkma gerçeğleleşiyor ve her türlü küçük organizmayı vama ve başlıyor.

DÜNYA'DAKİ EN TUHAF TÜR

Doğada bulunan bazı canlılar çeşitli özellikleriyle bizi şaşırtmaktadır. Etçil bitkiler, çubuk şeklindeki böcekler ve bazı mantarlar ilk akla gelen tanıdık örneklerden sadece birkaçıdır. Bunların dışında birçok mikroskobik canlılar da tuhaf özellikler barındırmaktadır.

Bu etkinlikte sizlerden kendi araştırmanızı yapmanızı bekliyorum. Dünya'daki harika ve tuhaf yaşamı araştırarak ve en tuhaf olduğunu düşündüğünüz türleri belirleyeceksiniz.

Yalnızca gerçek türler (canlı veya soyu tükenmiş; hayvanlar, bitkiler, mantarlar, mikroorganizmalar veya virüsler) seçilebilir. Efsanevi türler (örn. tek boynuzlu atlar) veya bireysel organizmalar (örn. Ahtapot Paul) kabul edilmeyecektir.

Yazılı olarak ve kendi cümlelerinizle, seçtiğiniz türün neden dünyadaki en garip organizma olduğunu düşündüğünüzü açıklayın. Açıklamalarınızı yaparken aşağıdaki kriterlere dikkat ediniz:

- Bu türü en tuhaf yapan nedir? Görünüşü mü yoksa başka bir özelliği mi? *Aslında ikiside görünüşü garip olduğu gibi suda yaşarken metamorfoza uğrayarak karada yaşayabilirler. (Akvaryum.com)*
Ne ile besleniyor?
Aksolotl etçil hayvanlardır. Böceklerin larvaları, minik bitlikler ve solucanlar ile beslenir. Yavrular ise organizmaları yüzgeçleriyle hareket eder. (Web tekno.com)
 - Yaşam alanı neresi?
Bu türünün habitatu asıl olarak Chalco gölü ve Meksika'nın dağlarıdır. (Ambystoma mexicanum)
Nasıl çoğalıyor?
Yumurta ile çoğalır 14 gün sonra yavruları çıkar. Yavruları gamyadır. (Erkin Ağıcı)
 - İnanılmaz özellikler sergileyebiliyor mu? Derintere dalma, aşırı yüksekten uçabilme, aşırı soğuk veya aşırı sıcak koşullarda yaşayabilme? Bunları nasıl yapıyor?
Aksolotl uzuvlarını yenileyebilir. (Akvaryum.com)
 - Organizma hangi fiziksel ilkeleri kullanıyor?
Bulamadım. Sağılırsa solungaçları ile nefes alır. Suda yüzer. Ağız ile beslenir.
- Açıklama yazınızın sonunda, bilgileri elde ettiğiniz tüm kaynaklarını listeleyin (web siteleri, kitaplar, TV belgeselleri, öğretmeniniz vb). İsteğe bağlı olarak, yazınıza organizmanın bir resmini veya videosunu ekleyebilirsiniz. Organizmayı kendiniz çizebilir, fotoğraflayabilir veya videoya çekebilirsiniz.
- Hazırladığınız ödevi portfolyonuza ekleyiniz.

Kırmızı Dudaklı Yarasa Balığı
(Okyanusun Prensesi)



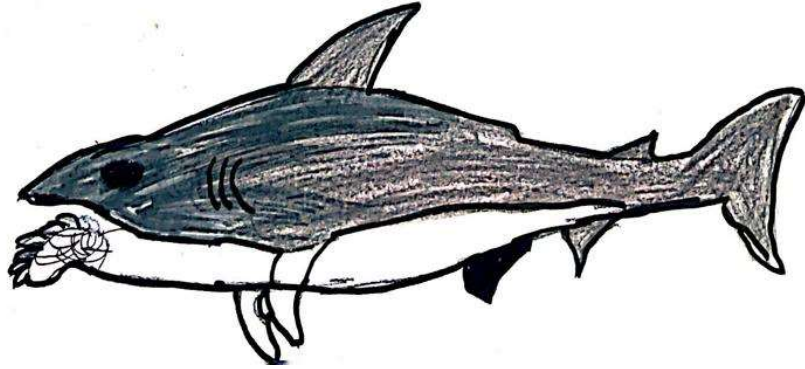
En karakteristik özellikleri cinsel cazibeyi temsil eden parlak kırmızı dudaklarıdır. Kavistli dudakları ona sürekli kızgın bir görünüm verir. Küçük koni şeklindeki dişlere sahiptir ve kuyruğu küçük dikenlere sahiptir. Yarasa gibi uçamaması, balık gibi yüzememesi, suyun dibinde kumda sürünerek ilerlemesi bana çok ilginç geldi.

Bu hayvan Galapagos Adaları ve Perü'de yaşıyor. Bu balıklar etoburdur ve diğer küçük balıklarla beslenirler. Karides ve kalamar gibi deniz omurgasızlarını da yiyebilirler.

Kırmızı dudaklı yarasa balığının, koyu kahverengi leleleri bulunur. Beyutları ve şekilleri her birinde tamamen farklıdır. Vücudunun alt kısmı açık renktir, üst kısmı ise koyu renktedir. Bu sayede, okyanus tabanında rahatlıkla kaybolabilir ve yırtıcılardan korunabilirler.

Helicoprion, köpekbalığının bir akrabasıdır. Eügerodont balıklarının nesli tükenmiş bir cinsidir. Bu canlıların alt cenesinde kurumlu dişler bulunur. Bu dişler spiral şekildedir yani birer testereye benzer.

Hayvan cenesi: yüzünden kalamar, sarılatıya vb küçük deniz canlılarıyla besleniyordu. Bu canlı 270 milyon yıl önce yaşamıştı. Bu canlıların fosilleri çok bulunmamış o nedenle neye benzediği sürekli yanlış biliniştir.



OKAPI



- Okapinin rengi kırmızımsı ve kodife gibidir. Arka bacaklarında siyah ve beyaz çizgiler vardır. Yüzünde siyah beyazdır. Boyu uzundur.
- Okapiler ot, mantar ve meyve yer.
- Okapilerin yaşadığı tek ülke Kongo Demokratik Cumhuriyetidir. Okapiler tropik yağmur ormanında yaşarlar.
- Erkek, dişinin kızgınlığını tetiklemek için üzerine idrar püskürtür. dişi ve erkek farklı yerlerde olsa bile idrar dişiye ulaşabiliyor. Erkek, dişinin canı sıftlesmek isteyene kadar idrar püskürtmeye devam ediyor. Sonra sıftlesiyorlar.

BLOBFISH (Girkin Balık)



Bu balık çok çirkin ve ilginç bir görüntüye sahiptir. Bu nedenle bu balığı araştırmak istedim. Bu balık ana kara kıyılarında derin sularda, Avustralya ve Fasmanya'nın yanısıra Yeni Zelandada sularında yaşamaktadır. İnsanın yiyebileceği bir hayvan türü değildir. Efi sudan sadece birazcık daha yoğunudur. Bu nedenle balık hiç enerji harcamadan suyun üzerinde kalabilir. Vücudunda çok az kas vardır. Ölüme her ne alırsa gemeye gelir. Omurgasız hayvanlar olan kabuklar ile beslenirler tahmin ediliyor.

Yumurtlayarak çoğalır. Akatif olarak yüzmek yene özgül ağırlığı sayesinde okyanus tabanının hemen üstünde asılı kalır. Beslenmek için sadece ağzını açıp beklediği tahmin ediliyor.

Ağızlar oldukça geniş olduğu için büyük canlıları tüketebilirler. Yengeçleri, deniz kestaneleri tüketirler yumurtlayarak çoğalır.

Ploverlar, yırtıcıları yuvalarından uzaklaştırmak için kırık bir kanat takarlar.

Cilibitler, kıyılarda yaşayan ve yuvalarını kumlu sahillerde yapan küçük, serçe büyüklüğünde kuşlardır.

Cilibitler avcı geldiği zaman kuşugunu havalandırıp, yüksek sesle ciyaklayarak, yerde ileriye doğru yürürken kanatlarını çırpacak ve sürükleyecektir. Cilibitler yırtıcılar onları izlediği sürede yüzlerce metre boyunca sendeliyerek ilerleyecektir. Sonrasında yuvalardan iyice uzaklaştığında yaralı kuş rolünü bırakacak ve kanat çırpıp uzmaya başlayacaktır.

Araştırmacılar bunu birçok kez ispat etmişlerdir. Bu kuşlar bu yüzden bana çok ilgi çekici geldi.



KÜSTÜM

ÇİÇEĞİ

Küstüm Çiçeği bir canlı bitkidir dokununca yapraklarının kapanmasında ötürü halk arasında bu çiçeğe Küstüm Çiçeği denilmektedir.

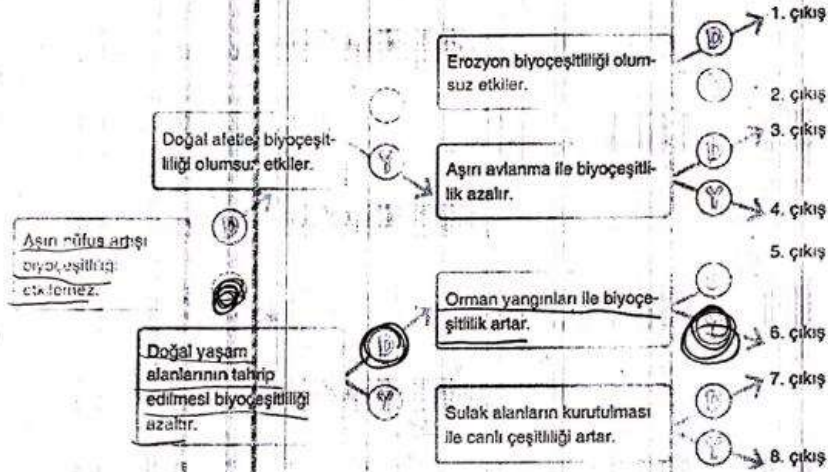
Küstüm çiçeğine dokunulduktan sonra yapraklar kapandığı için belirli bir yaprakları kapalı bir şekilde durur. Brezil ya kökenli bir tropikal bitkidir.

ÇALIŞMA KAĞIDI-1:

GRUBUN ADI: Çevre Dedektifleri

SORULAR

A. Aşağıda verilen bilgilerin doğru "D" ya da yanlış "Y" olduğuna karar vererek hangi çıkışa ulaşılır?



B. Aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Biyoçeşitliliğin sağladığı yararlar nelerdir?

Bilin insanları yeni fikirler ortaya çıkarmasıdır

2. Biyoçeşitliliği olumsuz etkileyen olaylar nelerdir?

Biyo çeşitliliği olumsuz etkileyen bir sınır değeri vardır. Bunların en büyük insanın bilmesidir.

3. Biyomimikri nedir?

canlıları taklit ederek yeni ürünler ortaya çıkarmaktır

4. Biyoçeşitlilik ile biyomimikri birbirini nasıl etkilemektedir? Açıklayınız.

şeklini etkiler. Biyo çeşitlilik sayesinde bilim insanları biyomimikri yapar.

GRUBUN ADI: *Zehiler* *11.05.2021 - 2021*
SORULAR

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Üreme, canlılığın devamı için gerekli midir?

Hayır... gerekli değildir.

2. Üreme, neslin devamını sağlamak için gerekli midir?

Evet... gereklidir.

3. Canlıların sahip olduğu kalıtsal özellikler yavrulara nasıl aktarılır?

*İlk önce... mayoz... bölünmeyle... sergelenir... Milyonlarca...
s. perimde... sadece... bir... tanesini... yumurtaya... döller... ve... kalıtsal
özellikler geçişir aktarılır.*

4. Biyomimikri nedir?

Doğadaki... yapılardan... esinlenerek... yapılan... eşyalar...dır.

5. İnsanlar karşılaştığı sorunların çözümünde neden doğadan esinlenmelidir?
Açıklayınız.

*Doğadaki... hayvanlardaki... yapılar... hayata... kolaylaştırılmış... olduğu için
doğayı... insanları... problemlerini... doğadan... bulur.*

2.HAFTA ETKİNLİKLERİ:

BENİM İÇİN SORUN OLAN ŞEY

Benim için sorun olan şey sokak hayvanların ölünce hayvanların yemeklerine samandır suyu kezzop döküp hayvanları öldürmeleri buna çözüm olarak ilk insanlar uyandırılmalı daha sonra hayvanlara özel mama kapları yapılmalı

BENİM İÇİN Bİ BASKA ŞEY

Benim için sorun olan bi başka şey fabrika bacalarının eulere yakın olarak hem havayı kirletme hemde insanları rahatsız etmeleri buna çözüm olarak fabrikaların sayısını azaltabiliriz ve eulere yakınlarını yapmamalıyız hem insanlar için hem doğamız için iyi olur.

Ormanların Tahrip Edilmesi

Ormanların tahrip edilmemesi için yönetimler tarafından sıkı denetim yapılmalı, halk ormanlara zarar verilmemesi ve yangınlara karşı bilgilendirilmeli. Günümüzde yeryüzünün yaklaşık olarak yüzde 30'u ormanlarla kaplı. Oysa 11 bin yıl önce, insanlığın tarım yapmaya başladığı tarihte yeryüzünde bunun iki katı kadar orman vardı. Özellikle tropikal kuşakta olmak üzere her yıl 7,3 milyon hektar orman yok edilmekte.

Küresel sorun

Küresel sorunların en başında çevre kirliliği gelmektedir. İşletme kirliliği sonucu karada deniz kaplumbaları yarımları bulamayıp nesilleri tükeniyor kuşlar bile yarımlarını kaybediyor.

Su kirliliği sonucunda da bir çok deniz canlısı hayatını kaybediyor marmara denizinde mısırların çoğalması en büyük sorunumuz hem bir çok deniz canlısı tehlike altında hemde biz insanlar sağlık yönünden etkileniyor.

Çözüm için insanlar bilinçli olmalı, örneğin yağmurluk atık yağlar lavaboya dökmemelidir fabrikalar zehirli suları atık suya karıştırmamalı, daha gelişmiş arıtma teknolojileri kullanmalı böylelikle daha temiz bir çevre ve sağlıklı yaşamımız olur.

Sanayileşmeyle Gelen Sorunlar

Günümüzde sanayileşmenin etkisiyle insanlar yeni bir çok şey yapmaktadır.

Mesela fabrika açmaları. Fabrikalar açıldıkça daha çok sanayileşme oluyor. Ama bu fabrikaların da dezavantajları var. Fabrikaların giderlerinden çıkan kirliliği sular veya başka atıkların nehirlere döküldüğü görüldü. Bu da nehir, çay vb. suların kirlenip su kirliliği olmasına neden oldu. Bu da eğer orda otlak hayvanları veya diğer normal hayvanların suyu içerek ölmesi sağladı. Eğer fabrika ormanlık bir alandıysa dışarıya atılan atıklar çimlerin ve ağaçların zayıflamasına böylece oksijen kaynaklarımızın azalmasına ve küresel ısınmanın artmasına neden oldu.

Ayrıca sanayileşmenin artması ve insan sayısının fazlalaşmasıyla ormanlar tahrip edilip yerine siteler, apartmanlar yapılıyor. Ormanların yok edilmesi yine oksijenimizi tükettiğinden küresel ısınma her gün biraz daha artıyor.

Fabrikalar tarafından üretilen deodorant, parfüm vb. ürünleri kullanıyoruz. Bu ürünleri çoğunlukla kadınlar kullanıyor. Bu parfümler ve deodorantlar ozon tabakasının aşınmasına da neden oluyor.

Ayrıca sanayileşme ve insan yoğunluğunun artmasıyla işsiz sayısı iyice artmaktadır.

Ve yukarıda okuduğunuz birçok neden gözünden hem dünyamız ölmekte hem de küresel ısınma artmaktadır.



Küresel Sorun Tespiti	
Hava Kirliliği:	
Günümüzde her geçen gün artan çevre sorunlarının başında gelen hava kirliliği, geleceğin dünyasını ciddi bir şekilde tehdit etmekte, ekolojik tehlikelerle karşı karşıya bırakmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkan hava kirliliği insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.	
Hava kirliliği, havanın doğal bileşiminin sesitli nedenlerle değişmesi, havada katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına, ekolojik dengeye ve eşyalara zararlı olabilecek düzeyde ve sürede bulunmasıdır.	

3.HAFTA ETKİNLİKLERİ:

B) İncelediğiniz yapılardan veya özelliklerden 6 tanesini anımsayın ve her yapı veya özellik için aşağıdaki ifadeyi tamamlayın:

“_____ 'ları onu _____ 'de şampiyon yapıyor.”

Örnek: Yarasanın buruşuk burnu, onu ses dalgalarını yakalamada bir şampiyon yapıyor.

Örnek: Fillerin hortumundaki kolayca kıvrılabilen diskler onu esnek hareket edebilmede bir şampiyon yapıyor.

1. “ yarasalar 'ları onu gön bulma 'de şampiyon yapıyor.”
2. “ yusuf 'ları onu dört kanatlı ve 'de şampiyon yapıyor.”
3. “ ne kunduzların bara 'ları onu rahatça denize 'de şampiyon yapıyor.”
dala biliyo
4. “ hoitubus balığı 'ları onu denizaltı 'de şampiyon yapıyor.”
5. “ balina kayrağın 'ları onu hızlı ve yüzerek 'de şampiyon yapıyor.”
6. “ keçi vı bot 'ları onu kaymayan taban 'de şampiyon yapıyor.”
yapılır

4.HAFTA ETKİNLİKLERİ:

* Kutup tavşanı ve Kar Ayakkabısı

Doğadan esinlenerek tasarlanmış buluşlar çok Fazladır. Bunlardan Bazılarında Kar ayakkabılarıdır daha doğrusu ayakkabınızın altına takabileceğiniz, Kar üzerinde yürümeyi kolaylaştırıcı icat. Kutup tavşanlarının arka ayaklarının uzun ve yassı olması karda yürünmelerini kolaylaştırır. Araştırmacıların ürettiği olduğu Kar ayakkabıları ise ağı bu mantıktan yola çıkarak tasarlanmıştır.

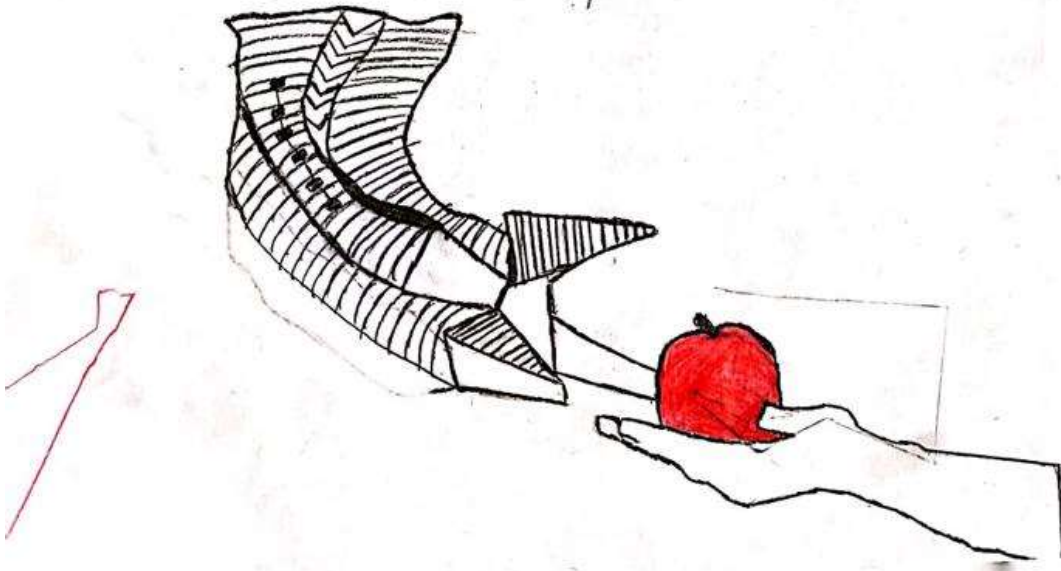
"Fil Hortumundan Esinlenen Robot Kol" 77

* Feston'un biyonik Taşıma asistanı, insanları tehlikeye atmadan nesnelere kolayca hareket ettirebilen ve kavayabilen robotik bir koldur.

* Fabrikalardaki makineler fabrikada çalışan insanların hayatlarını tehlikeye düşürebilir. Bu tür tehlikeleri önlemek için robotlar kullanılabilir.

Biyonik Hadliç Asistanı

Filin hortumundan esinlenerek üretilen bir robotik koldur. Taşıma asistanı 3 bölümden oluşur. En üsteki tutucu nesnelere kavramak ve almak için kullanılır. Robotik kolun iç kısmı sıkıştırılmış hava ile doludur. Tüm kol sadece 5 libre ağırlığındadır. Hareketi kolaylaştırmak için 3 parça sensörlerle birlikte çalışır. En üsteki tutucu, tuttuğu nesnenin şeklini alabilen ve nesnelere tutmayı kolaylaştıran 3 pençeden oluşur.



Midyelerden Esinlenen Tersinin Akıllı Tutkal

(Michigan Teknoloji Üniversitesi)

İnovasyon Detayları

Su altı akıllı yapıştırıcı, katekol içeren bir malzemenin yapışmasını kapatmak için elektrik akımı kullanır. Katekol sentetiktir. Protein ıslak yüzeylere bağlanabilen ve midyelerin su altındaki kayalara tutunmak için kullandığı proteini taklit edebilen yapışmayı devre dışı bırakmak için elektrik akımlarının kullanılması sürecin birgün bir düğmeye basılarak kontrol edilebileceği anlamına gelir.



KUNDUZLAR VE BARAJLAR

Küçük akar suyun üzerine küçük ve dal parçaları
yığılarak barajlar kurar kundu zlar, aile grupları için çok
uygun evler yaparlar. Yapılan Bu barajlar öyle yüksek mühendislik
özelliktir ki yüzlerce yıl bile dayanır. İnsanlar da barajlardan
ilham alarak biriken milyonlerce litre suyu ev, fabrika
ve çiftliklerde kullanılır.

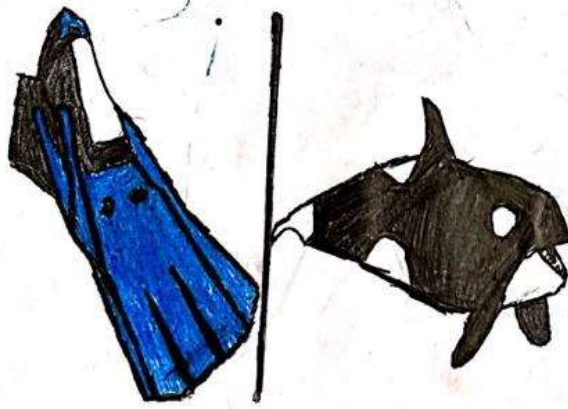


HAFİF SU TOPLAMA SİSTEMİ

Water Tower, örgü polyester malzemeyi destekleyen bir bombu
aerogel ile yapılmıştır. Yapımı çok az maliyetlidir ve yapımı kolaydır.
Yağmur, sis veya ciğden gelen atmosferik su buharı, ağız soğuk
yüzeyinde yağınlaşarak, koyu renkli bir baccğin sisten su
toplamasına benzer şekilde yapının tabanında bulunan bir
rezervuarı damlayan suyu su damlacıkları oluşturur. Bir kenar
gölgelik toplanan suyun buharlaşmasını önlemek için kelenin alt
kısımını gölgeyor.

"Balınabırın Kuyruğundan Esinlenerek Dalga Paleti Yapımı"?

Balınalar çift b6lmeli geniş bir kuyruğa sahiptir. Allah balınaların palet şeklindeki kuyruklarını suya dalmayı ve yüzye çıkmayı kolaylaştıracak özelliklerle yaratmıştır. Benzer şekilde üretilen. Yüzme paletleri de dalgıların ve yüzücülerin. Bir balına gibi aşağıdan yukarı kıvrılarak yüzmelerini ve hızlı dalgı yapmalarını sağlar.



Balınabırın Kuyruğu

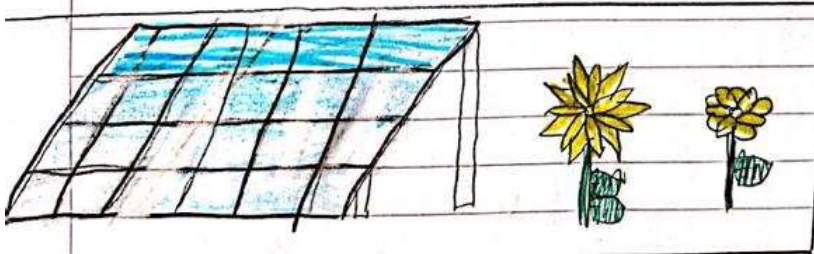
Güneş Paneli ve Aysıcağı

MIT'den 3 öğrenci güneş enerjisinden faydalanmak için kurulan güneş panelleriyle ilgili bir araştırma yapmışlar. Ancak bu panellerle daha çok enerji elde edilebilir.

Bunun için doğadan seçilebilecek en güzel materyali, Aysıcağın (Güne bakan) seçerler. Bütün gün Güneş'i en iyi alabileceği şekilde duran bu bitki gibi güneş enerjisi panellerinde de benzer bir yapı oluşturmak amacıyla incelemelerini sürdürmüşlerdir.

Bunun bir örnek yaparken yönlendirebilen bir güneş paneli neden yapma fikri ile bu panellere Güneş'i algılayabilecek panacekler yerleştirilmiştir. Bu mekanizama yaptığı tek şey güneşli ve gölgeli kısımlar arasındaki sıcaklık farkını anlayarak yön belirlemesidir.

Bu paneller hiçbir elektriksel güç kaynağına ihtiyaç duymamaktadırlar tamamen pasif olan bu sistem sayesinde elde edilen enerji miktarı artmaktadır.



1. Aşağıdaki canlıları üreme şekillerine göre gruplandırınız

1 İnek	5 Deve	9 Arı	13 Kedi
2 Balina	6 Yarasa	10 Zürafa	14 Yılan
3 Koyun	7 Kurbağa	11 Böcek	15 Yunus
4 Güvercin	8 At	12 Köpek	16 Kaplumbağa

DOĞURARAK ÇOĞALANLAR	YUMURTLAYARAK ÇOĞALANLAR
İnek Zürafa Yunus Koyun Köpek Yarasa Deve kedi at balina	4, 6, 7, 9, 11, 14 16

2. Bazı hayvanlar dünyaya geldiklerinde anne ve babalarına hiç benzemez. Ancak belirli bir gelişim döneminden sonra onlara benzer. Bu olaya 'başkalaşım' denir. Kurbağanın başkalaşım sürecini açıklayınız.

- 1) yumurta
- 2) larva
- 3) iri baş
- 4) 4 bacaklı iri baş
- 5) gene kurbağa

BİYOMİMİKRI TASARIMLARI

Grup arkadaşlarınızla tartışarak, biyomimikri olduğunu düşündüğünüz tasarımlara örnekler veriniz. Bu tasarımın hangi sorunun çözümü için tasarlandığını ve hangi canlıdan ilham alındığını da belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

BIYOMİMİKRI TASARIMI:	İLHAM ALINAN CANLI:	SORUN:
Dalmo Paleti	Balina	Yazucalarının yavaş yavaş yavaş
Baykusdan esinlenerek hızlı tiren	Baykus	Çok ses yapması (Heli Trenin ?)
Dağ keşilerinden esinlenerek kaymayan taban	Dağ keşisi	Bordur kaymaları
Köpek balığından esinlenerek önü açık araba	Köpek balığı	Yaz sıcaklığı
Yusufçuk böceğinden esinlenerek Helikopter	Yusufçuk Böceği	Ulaşımın yavaşlaması

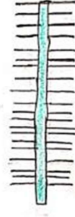
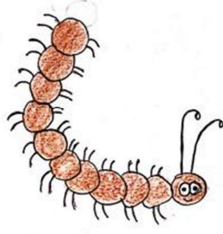
BİYOMİMİKRİ TASARIMLARI

Grup arkadaşlarınızla tartışarak, biyomimikri olduğunu düşündüğünüz tasarımlara örnekler veriniz. Bu tasarımın hangi sorunun çözümü için tasarlandığını ve hangi canlıdan ilham alındığını da belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

BİYOMİMİKRİ TASARIMI:	İLHAM ALINAN CANLI:	SORUN:
Yarasanın gözleri iyilemez içi için insanlar ondan radar yapıyor	Yarasq'dan radar	Radar hayvan ve insanların ses tellerini kolayca duyuluyor
Yasafcukların yukarıdaki 4 taneli kanadı olduğu için manevraları kolaydır.	Helikopter böceğinden yapılan helikopter	Ulaşım hava yoluyla insanlar gelişmemiştir
Kunduzlar çok sağlam ve çok iyi bir baraj yapıtları için insanlar onlardan ilham aldılar.	Kunduzlar ve baraj	Suların boşa gittiği için insanlar onlardan ilham aldılar.
Lautilos balıkları suya hızlı dabilmesi insanlar da ondan deniz altı yapmışlar	Lautilos balığından odacıklar	Suya dalecek bir taşıtımız olmaması için
Balinalar sırtta bölmeli geniş bir kayrağı sahip. ve bu da yüzücülerin yavaş gidmemesi için yapılmış	Balinalardan dalma palatı	insanlar yüzerken yavaşlardır.

6.HAFTA ETKİNLİKLERİ:

Kırkayaktan esinlenerek yapılan tarak



Kırkayak hayvanının ayaklarının ince olmasıyla tarağa benzetilmiştir. Tarak günlük hayatta saçlarımızı taramak için kullanırız. İnsanlar için çok faydalıdır.



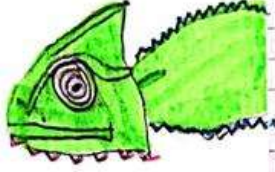
Kelebek kamplarından esilenerek yapılmış tekerlek lere destek aracı. Tekerlekler bir yere tırmandığı zaman eğer taşıyamıyacak gibi olursa bu kamplar daireye giriyor ve arabanın yere düşmesini önler en az 2000 kilo taşıyor ama! daha fazla kişi binerse bile taşıma ve kaldırma özelliğine sahip.

Bu böcekler sadece işi yaramaz gibi görünüyor ama aslında kafa kısmında

Lüçür böceğindeki tırmanma özelliğinden ve renklerden esilenerek yapılan tırmanma özelliğine sahip tekerlekler bu tekerlekler sayesinde trafikte kaldığımız zaman bir yere tırmanıp trafikten kurtulabiliriz

bulunan teller sayesinde eğer bir araba hızla geliyorsa harekete geçiyor ve içindeki insanlar uyurup yollarını değiştiriyor

Bukalemun



Kıyafet



Orman

AD: Kamufilaj

Amacı: Askerlerin savaşlarda gizlenmesi

Benzeyen: Kıyafet

Benzetilen: Bukalemun

Kıyafet



Su

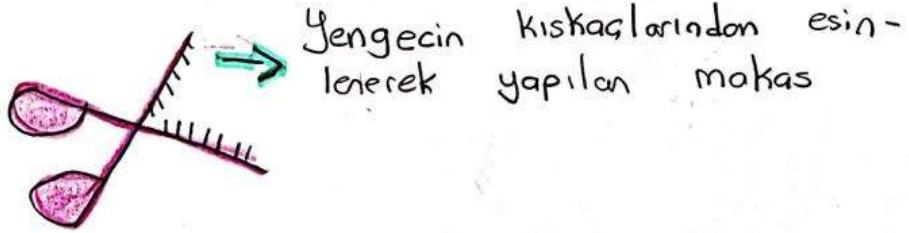
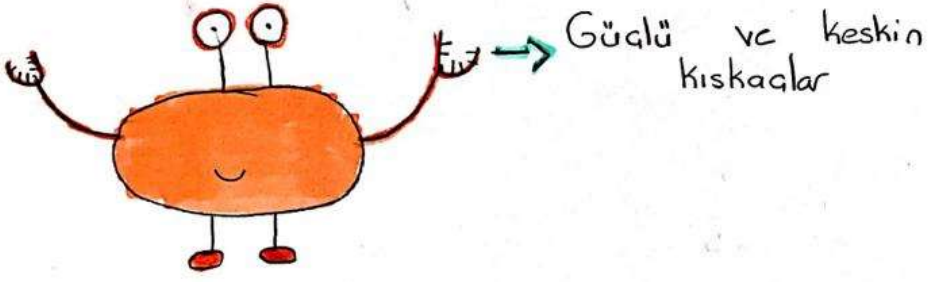


Açıklaması: Askerlerin savaş-

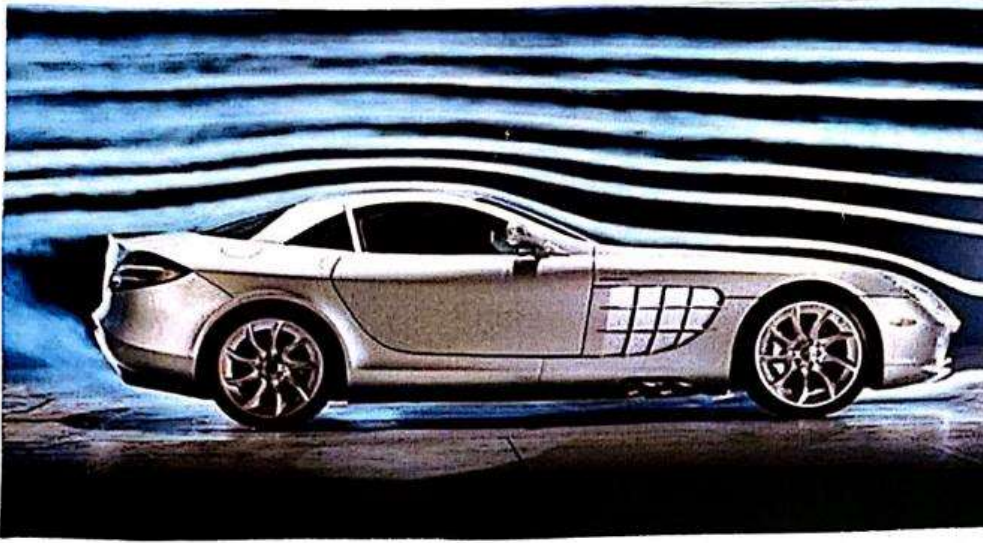
larda gizlenmeleri zor olduğu için askerlere özel kendini bulunduğu ortamda kamufilaj edebilen bir kıyafet lazımdır. Kendini kamufile edebilen varlık ise bukalemundur. Biz de bukalemundan ilham alarak bu kendini kamufile edebilen kıyafet fikrini ortaya koyduk. Eğer bu kamufilaj kıyafeti üretilirse, askerler girdiği ortamda rahatça kamufile olabilecek. Su, orman, kutup, çâle nereye giderlerse bile kıyafet sayesinde kamufile olabilecekler.

Yengeelerin Kıskaçları

Yengeelerin Kıskaçları bir aslanın Genesinden daha güçlüdür. Palmiye yengesi güçlü kıskaça sahiptir. Kabuklu canlılar arasında en

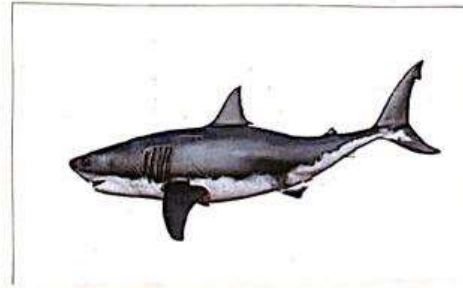


Yalıçapkını - Köpekbalığı - Yarış arabası



Bu araba yalıçapkını ve köpekbalığından esinlenerek yapılmıştır. Yalıçapkınından yararlanma sebebi yalıçapkınının gagasının (arabanın uç kısmı) hava direncini sıfıra indirmesi ve bu sayede daha hızlı gitmesini sağlıyor.

Köpekbalığından esinlenme sebebi ise köpekbalığının solungaçları; Arabanın yan taraftaki boşlukları arabanın motoru ısınca açılıyor, bu durum araba motorunun ısınmasını engelliyor.



Fen Bilimleri - İcat

Bizim tasarımlarımız bitkiler terlediğinde yapraklarından çıkardığı sudan ilham alındı. Bu icatın adı Sakso. katınımsı kısaca anlatacağız. Normal bir saksoya altın çok küçük delikler açılacak, bu deliklerin altına serceve konulacak oryarak temizlenmiş bir serceve olacak ^{Berraveden} ~~serceve~~ akan su temiz bir kapa dökülecek kaba dökülen su bir boru yardımıyla başka bir saksoya dökülecek çiçeğe temiz su verilecek ve su israfından uzaklaşacak.

Ham bitkiler ölmeyecek hem de yararlı olarak bize fayda sağlayacak bir icat oldu. Bu sayede dünyamız ölmeyecek ve açlık olmayacak bir tasarruf icatı oldu. Hepimiz umarız ki Ekotopya kitabı hayatımıza girer -



Titan 007 Grubu



Fener balığı,

Lophidae familyasına
ait bir balık türüdür.
yasadığı için sarkık

"feneri" ile denizin
derinliklerinde karanlıkta
ışık oluşturarak ufak
balıkları avlar.

Türkiye'de Akdeniz
Ege denizi ve Marmara
denizinde bulunur. Ayrıca
Atlantik okyanusunda yaşar

EK-J: ÖLÇEK İZİNLERİ

21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Gelen Kutusu x



Betül AYDIN

Alıcı: nurratalay ▾

Hocam merhabalar.

İsminim Betül Aydın. Hacettepe üniversitesinde İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Programı Doktora öğrencisiyim. İzniniz olursa tez çalışmamda "21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği"ni kullanmak istiyorum.

Göstereceğiniz ilgi ve destek için teşekkür ediyorum.

--

Betül AYDIN



Nurhan Atalay

Alıcı: ben ▾

Merhabalar Betül hocam, ilgili ölçek ektedir. Araştırmanızda ölçeği kullanabilirsiniz.

Çalışmalarınızda kolaylıklar ve başarılar dilerim.

Betül AYDIN

27 Ara 2021 Pzt, 20:30 tarihinde şunu yazdı:

...

--

← 554 ileti dizisinden 43. > >

Ne Kadar Yaratıcısınız? Gelen Kutusu x



Bulent Aksoy

Alıcı: ben ▾

📧 11 Ara 2021 Cmt 21:16 ☆ ↩ ⋮

Sayın Betül Aydın,

Ne Kadar Yaratıcısınız? isimli ölçeği etik kurallar çerçevesinde kullanabilirsiniz. Ölçek ve puanlaması ektedir. İyi çalışmalar dilerim.

--

Prof. Dr. Bülent AKSOY
Gazi Üniversitesi
Gazi Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü
Sosyal Bilimler Eğitimi Ana Bilim Dalı

Prof. Dr. Bulent AKSOY
Gazi University
Faculty of Education
Department of Social Studies Education





Permission to use COPUS rubric Gelen Kutusu x



Betül AYDIN

Alıcı: mks274

27 Kas 2021 Cmt

Dear Michelle K. Smith,
My name is Betül Aydın. I am Ph.D. student at Hacettepe University. If you allow me, I would like to use "The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS)" tests for my thesis. I hope to hear from you soon.
Have a good day.

--
Betül AYDIN



Michelle K. Smith

Alıcı: ben

1 Ara 2021 Çar

İngilizce > Türkçe [iletiyi çevir](#)

Thanks for the email, COPUS is free to use
Take care

Get [Outlook for Android](#)

FeTeMM Sınıf Gözlem Formu Gelen Kutusu x



Betül AYDIN

Alıcı: semalands

27 Kas 2021 Cmt

Sayın hocam Merhabalar.
İsmim Betül Aydın. Hacettepe üniversitesinde İköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Programı Doktora öğrencisim. İzniniz olursa tez çalışmamda "COPUS Gözlem Formu" nu kullanmak istiyorum. Göstereceğiniz ilgi ve destek için teşekkür ediyorum, İyi çalışmalar.

--
Betül AYDIN



Sema Nur DOĞAN

Alıcı: ben

27 Kas 2021 Cmt

Merhaba Betül Hocam,

Tabiki kullanabilirsiniz. Çalışmanızda kolaylıklar ve başarılar dilerim.

EK-K: Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi

arih: 31/03/2022
no: E-35853172-399-00002111660

00002111660

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük**

Sayı : E-35853172-399-00002111660
Konu : Etik Komisyon İzni (Betül AYDIN)

31.03.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 03.03.2022 tarihli ve E-51944218-399-00002071009 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi doktora programı öğrencisi **Betül AYDIN**'in, **Prof. Dr. Fitnat KAPTAN** sorumluluğunda yürüttüğü "**Fen Eğitiminde Biyomimikri Öğretim Yaklaşımının Öğrencilerin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Yaratıcılıklarına Etkisi**" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun 22 Mart 2022 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

Paraf Tulay AKÇADAĞ Mar 30, 2022 10:17
Paraf Şirin TAŞKIRAN Mar 30, 2022 13:39
Paraf Oytun CANYAŞ (Oytun CANYAŞ (GENEL SEKRETER V.)) Mar 30, 2022 14:47
İmza Vural GÖKMEN (Vural GÖKMEN (REKTÖR YARDIMCISI)) Mar 31, 2022 16:02

EK-L: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

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

beyan ederim.

27/11/2023

Betül AYDIN

EK-M: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

27/11/2023

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Fen Eğitiminde Biyomimikri Öğretim Yaklaşımının Öğrencilerin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Yaratıcılıklarına Etkisi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
25/04/2023	348	58325	27/11 /2023	%18	2075170445

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Betül AYDIN

Öğrenci No.: N19140079

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

İmza

Programı: Fen Bilgisi Eğitimi

Statüsü: Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

((Prof. Dr. Fitnat KAPTAN))

EK-N: Thesis/Dissertation Originality Report

08/10/2023

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: The Effect of Teaching Biomimicry Approach In Science Education On Students' 21st Century Skills And Creativity

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
25/04/2023	348	58324	27/11 /2023	%18	2075170445

Filtering options applied:

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

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Betül AYDIN

Student No.: N19140079

Department: Mathematics and Science Education

Program: Science Education

Status: Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
(Prof. Dr. Fitnat KAPTAN)

EK-O: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

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

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

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

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

..... / /

(imza)

Betül AYDIN

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6.1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
 - (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullandığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ay aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
 - (3) Madde 7.1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
- Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir
- *Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

