

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM
DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ



7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ IŞIĞIN MADDE İLE
ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDE BİYOMİMİKİRİ
ETKİNLİKLERİYLE DESTEKLİ ÖĞRETİMİN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

GÜLSÜM ÇALIKIRANOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF. DR. ABDULLAH AYDIN

HAZİRAN - 2025

KASTAMONU

TEZONAYI

Gölsüm ÇALIKIRANOĞLU tarafından hazırlanan “**7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDE BİYOMİMİKRI ETKİNLİKLERİYLE DESTEKLİ ÖĞRETİMİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **20.06.2025** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Abdullah AYDIN Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Mustafa YILMAZLAR Sakarya Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Sevcin CANDAN HELVACI Kastamonu Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü	Doç. Dr. Selçuk MEMİŞ	
----------------	-----------------------	-------

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDE BİYOMİMİKİRİ ETKİNLİKLERİYLE DESTEKLİ ÖĞRETİMİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

GÜLSÜM ÇALIKIRANOĞLU

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ

DANIŞMAN: PROF. DR. ABDULLAH AYDIN

Bu araştırmada, 7. sınıf fen bilimleri dersi ışığın madde ile etkileşimi ünitesinin biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, fen bilimleri dersine yönelik motivasyonlarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın diğer bir amacı ise, biyomimikri ile geliştirilen etkinliklere ve derse ilişkin görüşlerine etkisinin incelenmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda, 2023-2024 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Kastamonu İli Seydiler İlçesinde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 42 öğrenci araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Rastgele olarak seçilen deney ve kontrol gruplarında 21'er öğrenci bulunmaktadır. Araştırmada, nicel ve nitel araştırmaların bir arada olduğu karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri; ışığın madde ile etkileşimi ünitesi akademik başarı testi, fen bilimleri dersine yönelik motivasyon ölçeği ve fen bilimleri dersi tutum ölçeği ile, nitel verileri ise; yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır.

Araştırmada biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına, fen bilimleri dersine yönelik motivasyonlarına ve tutumlarına etkisini belirlemek için deneysel araştırma yöntemlerinden ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desenden yararlanılmıştır. Ayrıca akademik başarı son-test puanlarına göre deney grubundan belirlenen dokuz öğrencinin ilgili ünite konularının öğretilmesinde kullanılan biyomimikri ile tasarlanan etkinliklere ve derse ilişkin görüşlerini almak için yarı yapılandırılmış görüşme formu ile nitel veriler toplanmıştır. İlgili ünite konuları kontrol grubu öğrencilerine 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile öğretilirken, deney grubundaki öğrencilere ise mevcut öğretim programına ek olarak biyomimikri ile tasarlanan etkinlikler ile anlatılmıştır.

Araştırmada kullanılan ölçme araçlarından elde edilen nicel veriler SPSS programı ile nitel verilerin analizinde ise içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarında ve derse yönelik motivasyonlarında kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilirken, fen bilimleri dersine karşı tutumlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Deney grubundan seçilen dokuz öğrenciye uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen verilere göre ise, fen bilimleri dersinin öğrencilerin teknolojiye ve mühendisliğe bakış açılarını olumlu yönde geliştirdiği, çevrelerindeki canlıların hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını etkilediği yönünde görüşlerinin olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, öğrenciler fen bilimleri dersinde ilgili ünite konularını öğrenirken yararlandıkları biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle konuları daha iyi öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, biyomimikri temelli uygulamaların fen bilimleri dersinde uygun ünite konularının öğretiminde daha fazla kullanılması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Akademik Başarı, Biyomimikri, Fen Bilimleri Dersi, Motivasyon, Öğrenci Görüşü, Tutum.

Haziran 2025, 86 Sayfa



ABSTRACT

MSC THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TEACHING SUPPORTED WITH BIOMIMICRY ACTIVITIES IN THE INTERACTION OF LIGHT WITH MATTER UNIT OF THE 7TH-GRADE SCIENCE COURSE

GÜLSÜM ÇALIKIRANOĞLU

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
SCIENCE EDUCATION**

SUPERVISOR: PROF. DR. ABDULLAH AYDIN

This study aimed to investigate the effects of teaching the interaction of light with matter unit in 7th-grade science course using biomimicry-designed activities on students' academic achievement, motivation for science, and attitudes toward science. Another aim of the study was to examine the impact of the biomimicry-designed activities on students' opinions on the course. For this purposes, 42 students studying at a state secondary school in Seydiler district of Kastamonu province in the second semester of the 2023-2024 academic year constituted the study group of the study. There are 21 students each in the randomly selected experimental and control groups. The mixed research method, in which quantitative and qualitative research are used together, was used in the study. The quantitative data of the study were collected with the light-matter interaction unit academic achievement test, science course attitude scale, and motivation scale for learning science, and the qualitative data were collected with the semi-structured interview form.

In the study, a pre-test post-test control group quasi-experimental design, one of the experimental research methods, was used to determine the effects of teaching with biomimicry-designed activities on students' academic achievement, motivation, and attitude towards science course. In addition, qualitative data were collected with a semi-structured interview form to obtain the opinions of nine students from the experimental group, determined according to their academic achievement post-test scores, regarding the activities designed with biomimicry used in learning the relevant unit topics and the course. While the relevant unit topics were taught to the control group students with the 2018 Science Course Curriculum, the students in the experimental group were taught with activities designed with biomimicry in addition to the current curriculum.

Quantitative data obtained from the measurement tools used in the study were analyzed with SPSS program, and the content analysis method was used in the analysis of qualitative data. Because of the analysis of the data, a statistically significant difference was found in the academic achievement and motivation of the students in the experimental group compared to the students in the control group, while no statistically significant difference was found between the groups in their attitudes towards the science course. According to the data obtained from the semi-structured interview form applied to nine students selected from the experimental group, it was determined that the science course positively developed the

students' perspectives on technology and engineering, and that they had opinions that the living things in their environment affected their imagination and creativity. In addition, they stated that they learned the subjects better with the biomimicry-based activities they used while learning the relevant unit topics in science courses. Based on these results, it is recommended that biomimicry-based applications be used more in the teaching of appropriate unit topics in science courses.

KEYWORDS: Academic Achievement, Attitude, Biomimicry, Motivation, Science Course, Student Opinion.

June 2025, 86 Pages



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sürecinde ders döneminde ve tezimi hazırlama sürecinde her daim desteğini hissettiğim, değerli vaktini harcayarak bildiklerini bana öğretmekten kaçınmayan ve süreç boyunca yol göstermeleri ile bana ışık olan değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Abdullah AYDIN hocama teşekkür ederim.

Hayatım boyunca attığım her adımda desteklerini ve güvenlerini hissettiğim canım annem, babam ve ablama sonsuz teşekkür ederim.

Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU

Kastamonu, 2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	2
1.3 Araştırmanın Önemi.....	3
1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları	5
1.5 Araştırmanın Varsayımları.....	5
1.6 Tanımlar.....	5
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	6
2.1 Fen Öğretimi	6
2.2 Biyomimikri Tanımı	6
2.3 Biyomimikri ve Tasarın	7
2.4 Biyomimikri Tasarım Örnekleri	9
2.5 İlgili Araştırmalar.....	12
2.5.1 Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar	12
2.5.2 Yurtdışında Yapılan Araştırmalar.....	14
3. YÖNTEM.....	16
3.1 Araştırma Modeli	16
3.2 Çalışma Grubu	17
3.3 Veri Toplama Araçları	17
3.3.1 Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesi Akademik Başarı Testi	17
3.3.2 Fen Bilimleri Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği.....	19
3.3.3 Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği	20
3.3.4 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	20
3.4 Uygulama Süreci.....	20
3.4.1 Kontrol Grubunda Derslerin İşlenişi.....	21
3.4.2 Deney Grubunda Derslerin İşlenişi.....	21
3.4.2.1 Birinci hafta.....	22
3.4.2.2 İkinci hafta	22
3.4.2.3 Üçüncü hafta	25
3.4.2.4 Dördüncü hafta.....	28
3.4.2.5 Beşinci hafta.....	32
3.4.2.6 Altıncı hafta.....	33
3.5 Verilerin Analizi	36
3.5.1 Nicel Verilerin Analizi.....	36
3.5.2 Nitel Verilerin Analizi	36

3.5.3	Geçerlik ve Güvenirlik.....	37
3.6	Etik Hususlar.....	38
4.	BULGULAR	39
4.1	Birinci Alt Problemle İlgili Bulgular	39
4.2	İkinci Alt Problemle İlgili Bulgular	41
4.3	Üçüncü Alt Problemle İlgili Bulgular.....	43
4.4	Dördüncü Alt Problemle İlgili Bulgular	45
5.	SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	51
5.1	Sonuç ve Tartışma.....	51
5.1.1	IMEÜABT'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma	51
5.1.2	FBDYMÖ'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma	52
5.1.3	FBDTÖ'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma	53
5.1.4	YYGF'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma	53
5.2	Öneriler	56
KAYNAKLAR		58
EKLER.....		64
EK A.	Kastamonu Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama Onayı.....	65
EK B.	Etik Kurul İzni.....	66
EK C.	IMEÜABT.....	67
EK D.	FBDYMÖ.....	73
EK E.	FBDTÖ	75
EK F.	YYGF.....	77
EK G.	Çalışma Yaprakları.....	78
EK H.	Yıllık Plan	84
ÖZGEÇMİŞ.....		86

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Carl Hastrich'in oluşturduğu biyomimikri tasarım spirali.....	8
Şekil 2.2 Biyomimikri 3.8'in biyomimikri tasarım döngüsü	8
Şekil 3.1 Biyomimikri ile ilgili örnekler	22
Şekil 3.2 Çalışma yaprağı-1'in uygulanması	23
Şekil 3.3 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları	23
Şekil 3.4 Öğrencilerin model oluşturma süreci.....	24
Şekil 3.5 Öğrencilerin oluşturdukları modeller.....	24
Şekil 3.6 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları	25
Şekil 3.7 Öğrencilerin model oluşturma süreci.....	26
Şekil 3.8 Öğrencilerin oluşturdukları modeller.....	27
Şekil 3.9 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları	28
Şekil 3.10 Öğrencilerin model oluşturma süreci.....	29
Şekil 3.11 Öğrencilerin oluşturdukları modeller.....	29
Şekil 3.12 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları	30
Şekil 3.13 Öğrencilerin model oluşturma süreci.....	30
Şekil 3.14 Öğrencilerin oluşturdukları modeller.....	31
Şekil 3.15 Öğrencilerin model oluşturma süreci.....	32
Şekil 3.16 Öğrencilerin oluşturdukları modeller.....	33
Şekil 3.17 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları	34
Şekil 3.18 Öğrencilerin model oluşturma süreci.....	34
Şekil 3.19 Öğrencilerin oluşturdukları modeller.....	35

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1 Biyomimikri tasarım örnekleri.....	9
Tablo 3.1 Araştırmanın deneysel modeli	16
Tablo 3.2 Öğrencilerin demografik özellikleri.....	17
Tablo 3.3 İMEÜABT'nin p_j ve r_j değerleri.....	18
Tablo 3.4 İMEÜABT'nin güvenilirlik analiz sonuçları	19
Tablo 3.5 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri.....	25
Tablo 3.6 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri.....	28
Tablo 3.7 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri.....	31
Tablo 3.8 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri.....	33
Tablo 3.9 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri.....	35
Tablo 3.10 Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	36
Tablo 3.11 YYG'ye katılan öğrencilerin başarı düzeyleri.....	38
Tablo 4.1 İMEÜABT deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları	39
Tablo 4.2 İMEÜABT deney ve kontrol grubu son-test sonuçları.....	39
Tablo 4.3 İMEÜABT deney grubu ön-test son-test sonuçları	40
Tablo 4.4 İMEÜABT kontrol grubu ön-test son-test sonuçları	40
Tablo 4.5 FBDYMÖ deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları.....	41
Tablo 4.6 FBDYMÖ deney ve kontrol grubu son-test sonuçları	42
Tablo 4.7 FBDYMÖ deney grubu ön-test son-test sonuçları	42
Tablo 4.8 FBDYMÖ kontrol grubu ön-test son-test sonuçları	43
Tablo 4.9 FBDTÖ deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları	43
Tablo 4.10 FBDTÖ deney ve kontrol grubu son-test sonuçları.....	44
Tablo 4.11 FBDTÖ deney grubu ön-test son-test sonuçları	44
Tablo 4.12 FBDTÖ kontrol grubu ön-test son-test sonuçları	45
Tablo 4.13 Teknoloji kelimesiyle ilgili öğrenci görüşleri.....	45
Tablo 4.14 Fen bilimleri dersinin mühendislik ve teknoloji alanlarına etkisine yönelik öğrenci görüşleri.....	46
Tablo 4.15 Çevrelerindeki canlıların insanların hayal gücü ve yaratıcılıklarına etkisine yönelik öğrenci görüşleri	47
Tablo 4.16 İnsanların doğadan yararlanma alanlarına yönelik öğrenci görüşleri.....	47
Tablo 4.17 Doğanın ve doğadaki canlıların özelliklerinden ilham alınmasının teknolojiye etkileri hakkında öğrenci görüşleri.....	48
Tablo 4.18 Biyomimikriye göre hazırlanmış etkinliklerin fen bilimleri dersini öğrenmeyle ilgili öğrenci görüşleri	49
Tablo 4.19 Doğaya karşı farkındalıklarının değişimine yönelik öğrenci görüşleri.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	: Yüzde
N	: Katılımcı Sayısı
Na	: Görüş Birliği Olan Madde Sayısı
Nd	: Görüş Ayrılığı Olan Madde Sayısı
p	: Anlamlılık Düzeyi
p _j	: Madde Güçlük İndeksi
P	: Uyum Yüzdesi
r _j	: Madde Ayırt Edicilik İndeksi
Sd	: Serbestlik Derecesi
Ss	: Standart Sapma
t	: t-testi için t değeri
$\bar{X}$	: Aritmetik Ortalama

Kisaltmalar

EBA	: Eğitim Bilişim Ağı
FBDÖP	: Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı
FBD	: Fen Bilimleri Dersi
FBDTÖ	: Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği
FBDYMÖ	: Fen Bilimleri Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği
IMEÜ	: Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesi
IMEÜABT	: Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesi Akademik Başarı Testi
KMO	: Kaiser-Mayer-Olkin
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Paket Programı
YYGF	: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Geçmişten günümüze kadar yaşamış olan uygarlıkları etkilemiş olan doğa, aynı zamanda insanlığın yaşam şeklini biçimlendirmiş ve halen de biçimlendirmeye devam etmektedir (Avcı, 2019). İnsanlar daima yaşam standartlarını geliştirmek için uğraşmışlar ve bunun için de teknoloji kullanmışlardır. Teknoloji bilimi geliştirirken aynı zamanda bilim de teknolojiyi geliştirmiştir. Bu da insanların yaratıcılığını etkilemiştir (Temiz, 2010). Doğa aynı zamanda teknolojinin gelişimine de katkıda bulunmuş ve insanlar bu katkıyı olumlu yönde kullanmışlardır. Yarasaların yankılanan sesleri algılayarak yön bulmalarından esinlenilerek radar, sonar cihazı ve navigasyon gibi araçlar tasarlanmıştır. Kuşların kanat şekillerinden uçaklar tasarlanmıştır. Pantolonlara yapışan dikenli tohumlardan yola çıkılarak cırt cırt bantlar üretilmiştir. Bitkilerin güneş enerjisi ile organik ürün sentezlemesinden yola çıkılarak güneş pilleri geliştirilmiştir. Yunuslardan ve köpek balıklarından yola çıkılarak denizaltı ve zodyak botlar üretilmiştir. Ağaçkakan gagası örnek alınarak buz kıracağı geliştirilmiştir. Ton balıklarının yüzme davranışlarından yola çıkılarak suda hareket eden mermiler geliştirilmiştir. Yusufçuk böceğinin kanat yapısından yola çıkılarak cam seralar tasarlanmıştır (URL-1, 2023). İnsanların doğadaki bu canlılardan ilham alarak hayatlarını kolaylaştıran ürünlere dönüştürmeleriyle biyomimikri kavramı ortaya çıkmıştır (Yıldırım, 2019).

Biyomimikri “Biyo” ve “mimikri” kelimelerinden oluşmaktadır. “Biyo”, kelimesinin anlamı hayat, doğa ve yaşam iken, “mimikri” kelimesinin anlamı ise taklit demektir (Benyus, 1997). O halde biyomimikri, doğadan ilham alan yenileşim (Kennedy, 2004), doğayı ilham kaynağı olarak almak (Eryılmaz, 2015), canlıların doğada karşılaştıkları problemlere buldukları çözümler (Karabetça, 2016) olarak ifade edilebilir. Başka bir ifadeyle biyomimikri, doğanın taklit edilmesi olarak tanımlanabilir.

Yaşadığımız yüzyılda gelişen teknoloji, artan ihtiyaçlar ve karşılaştığımız problemler için mevcut disiplinler tek başına yeterli gelmemektedir. Karşılaşılan problemlere yönelik yaratıcı çözüm önerileri gerekmektedir. Yaratıcı çözümler üreten bireylerin

yetiştirilebilmesi içinde eğitim ve öğretimde öğrenci merkezli yaklaşımlar benimsenmelidir. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (FBDÖP)’nda sorgulayan, araştıran, doğayı inceleyen, yaratıcı ve eleştirel düşünen, içinde bulunduğu problem durumlarına bilimsel çözümler üretebilen, fen okuryazarı bireyler yetiştirmek amaçlanmıştır (MEB [Milli Eğitim Bakanlığı], 2018). FBDÖP’nin özel amaçları arasında doğanın keşfedilmesi, doğada oluşan olaylarla ilişkin merak uyandırmak, olumlu tutum geliştirmenin yanında, mühendislik ve tasarım becerileri kazandırmakta yer almaktadır (MEB, 2018). Fen bilimleri doğada meydana gelen olgu ve objeleri inceleyen bilim dalıdır. Hem biyomimikri hem de fen bilimleri tanımına bakıldığında her iki tanımda da ortak noktanın doğa olduğu görülmektedir (Yıldız, 2023). Ayrıca biyomimikri çevreci ve doğadan etkilenen yapısı ile fen bilimleri öğretim programı ile eş güdümlü olduğu söylenebilir. Fen Bilimleri Dersi (FBD)’ne adapte edilecek biyomimikri çalışmalarının öğrencilerin doğanın bilime, teknolojiye olan katkılarını görmelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Biyomimikrinin bir problem durumuna yönelik doğadan ilham alınarak çözüm üretme ve teknolojik bir ürün tasarımında kullanıldığı bilinmektedir. Bunlardan dolayı da FBD ile biyomimikrinin ilişkili olduğu söylenebilir. Biyomimikrinin fen bilimleri eğitimi ile ilişkili olduğu düşüncesinden yola çıkılarak, derslerde kullanımına yönelik araştırma yapılması ve alanyazına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesi (IMEÜ)’nin öğretiminde biyomimikri ile geliştirilen etkinliklerle destekli öğretimin FBD 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca araştırmanın bir diğer amacı biyomimikri etkinlikleri ve derse ilişkin öğrenci görüşlerinin alınmasıdır. Buradan hareketle, araştırmanın problem cümlesi “7. sınıf fen bilimleri dersi IMEÜ’de biyomimikri destekli etkinliklerin öğrencilerin öğrenmelerine etkisi nedir?” şeklinde ifade edilmiştir. Problem cümlesine cevap aramak için aşağıda ifade edilen alt problemlerden yararlanılmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin,

1. Akademik başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. FBD'ye yönelik motivasyon puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. FBD'ye karşı tutum puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney grubundan belirlenen dokuz öğrencinin biyomimikri ile tasarlanan etkinliklere ve işlenen derse yönelik görüşleri nelerdir?

1.3 Araştırmanın Önemi

2018 FBDÖP'nin özel amaçları arasında doğanın keşfedilmesi, günlük yaşamda karşılaşılan problemlere yönelik çözüm üretilmesinde fen bilimleri ile ilgili bilgilerin kullanılması hedeflenmiştir. Ayrıca, doğada meydana gelen yönelik merak ve ilginin kazandırılması da amaçlanmıştır (MEB, 2018). Alanyazın incelenmesinde, bu merak ve ilginin daha çok yoğunlaştığı kavramlardan biri olan biyomimikri ile ilgili çalışmaların olduğu fark edilmiştir. Biyomimikri kavramı, doğayı inceleyerek ve doğadan ilham alarak bir problem durumuna çözüm bulmayı amaçlamaktadır. Örneğin, uğur böceklerinin kanatları vücutlarından daha geniş olmasına rağmen kanatlarını katlayıp gizlemeleri bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Uğur böceklerinde olduğu gibi katlanan kanat yapısının mekanizması mikroskobik tıbbi cihazların, uydu sistemlerinin ve robotların katlanıp küçülmesinde kullanılmaktadır.

FBDÖP'nin özel amaçları ve biyomimikri kavramının tanımı karşılaştırıldığında iki kavramın eş güdümlü olduğu söylenebilir. Bu nedenle çalışmada, öğrencilerin doğaya karşı farkındalıklarının artması, biyomimikri kavramının kavratılması ve karşılaşılan herhangi bir probleme doğadan ilham alınarak çözüm bulmaları beklenmektedir.

Alanyazın incelendiğinde, ışık konusunun öğretiminde görselliğin fazla olduğu, deneylerin yapılma noktasında sıkıntılar yaşandığı belirtilmiştir (Küçük, 2014). Ayrıca alanyazında yapılan araştırmalarda, ışık konusunun soyut kavramlar içerdiğinden dolayı zor bir konu olduğu, FBDÖP'de dördüncü sınıftan yedinci sınıfa kadar yer

aldığı ve araştırmacılar tarafından çalışılması önerilen bir konu olduğu belirtilmiştir (İstanbuloğlu, 2014; Kılınç, 2014; Namı, 2018; Söyleyici, 2018). Tüm bunlar dikkate alındığında bu çalışmada, İMEÜ'nün seçilmesi uygun görülmüştür. İMEÜ'nün öğretiminde biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerden yararlanılmasının, öğrencilerin akademik başarılarına, motivasyonlarında ve tutumlarına olumlu yönde bir etkisinin olacağı düşünülmüştür. Bunun yanında, öğrencilerin biyomimikri ile tasarım yaparken yaratıcılıklarının ve becerilerinin gelişeceği, bir problem durumuna doğadan yararlanarak çözüm üretebilecekleri, mühendislik becerilerini kullanabilecekleri, çağa ayak uydurabilecekleri ve doğaya karşı bakış açılarının olumlu ve yapıcı yönde değişebileceği ön görülmüştür.

Alanyazında bir kaç çalışmada FBD'de biyomimikri kullanılmıştır. Aydın (2023) tarafından yapılan çalışmada, biyomimikri ile yapılan etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerilerine ve tasarımlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Diğer bir çalışma, Doğan-Şafak (2024) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma, FeTeMM ile desteklenen biyomimikri etkinlikleriyle ilgilidir. Araştırmasında b etkinliklerin öğrencilerin fene karşı ilgi düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Bir diğer çalışma ise, Ülbeği-Ülker (2023) tarafından yapılmıştır. Çalışmasında STEM eğitimi biyomimikri ile destekleyerek öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarını, bilimsel yaratıcılık becerilerini ve FBD'ne karşı olan tutumlarını incelemiştir.

Alanyazında, FBD'de biyomimikri destekli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına, derse yönelik motivasyonlarına, tutumlarına etkisinin incelendiği ve biyomimikri ile destekli etkinliklerle yürütülen derse yönelik öğrenci görüşlerinin alındığı bu şekilde birçok değişkenin birlikte incelendiği bir çalışma görülmemiştir. İMEÜ'nün öğretilmesinde biyomimikriye dayalı etkinliklerden yararlanılmasının ve oluşturulan biyomimikri temelli modellerin ilgili ünite konularının öğretilmesinde olumlu etkisinin ve bu bakımdan da FBD'de biyomimikrinin tanınmasının ve uygulanmasının alanyazına önemli bir katkısının olacağı varsayılmıştır.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Kastamonu Seydiler İlçesinin bir devlet ortaokulunda öğrenin gören ve 7. sınıfların iki şubesinden oluşan 42 öğrenci ile,
2. İMEÜ ile,
3. 2023-2024 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde 26 ders saati süresince deney grubundaki öğrencilere uygulanan biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle sınırlıdır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada kullanılan ölçme araçlarındaki sorulara öğrencilerin içten, farkında olarak ve gerçeği yansıtacak şekilde cevap verdikleri varsayılmıştır.

1.6 Tanımlar

Biyomimikri: Yunanca bios (yaşam, hayat, doğa) ve mimikos (taklit) kelimelerinin birleşmesinden oluşmaktadır. Doğadan ilham alan inovasyon olarak tanımlanmıştır (Benyus, 1997).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Fen Öğretimi

Yaşadığımız gezegeni anlamaya yönelik sınırlanabilir, sistemli, tarafsız ve tutarlı bir bilim dalı olan fen bilimleri, aynı zamanda mantıklı düşünmeye, sorgulama yapmaya ve deneysel kanıtlara dayanan bir düşünme biçimidir (Güney, 2019). Fen, zaman geçtikçe bilgilerin birikmesini sağlayan, biriken bilgilerin geçmişte nasıl üretildiğini ve hangi yöntemlerin kullanıldığını gösteren, aynı zamanda gelecekte geliştirilmeye açık bir bilim dalıdır (MEB, 2018). Fen bilimleri insanların günlük hayattaki birçok durumu kolaylaştırıcı etkisinden ve insanlığın var oluşundan beri hep yaşamın içerisinde bulunmasından dolayı büyük önem taşımaktadır. İnsanlar, hayatları boyunca karşılaştıkları problem durumlarını çözebilmek için fen bilimlerinden yararlanmışlardır (Kılıç vd., 2015).

Etkili bir fen öğretiminde öğrencilerin derse motivasyonlarını sağlamak için birçok yöntem ve teknik denenmektedir. Örneğin beyin fırtınası ile öğrencilerin derse yönelik motivasyonları sağlanabilir ve kavramların doğru öğretilmesinde kavram haritalarından, modellerden, deneylerden vb. birçok teknikten yararlanılabilir. Öğrencilerin ileri düzey düşünme becerileri kazanması, fen öğretimi sayesinde mümkündür. Öğrencileri her anlamda geliştirmek, öğrenmeye istekli ve meraklı kişiler olmalarını sağlamak fen öğretimi ile gerçekleşebilir (Kavak vd., 2006). Ayrıca, fen öğretimi ile ilişkili olan, soyut kavramları somutlaştıran, öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıran ve öğrenmeleri sırasında doğayı daha yakından tanımada kullanılan bazı yeniliklerin öneminden bahsedilmektedir. Bu yeniliklerden biri de biyomimikri kavramıdır.

2.2 Biyomimikri Tanımı

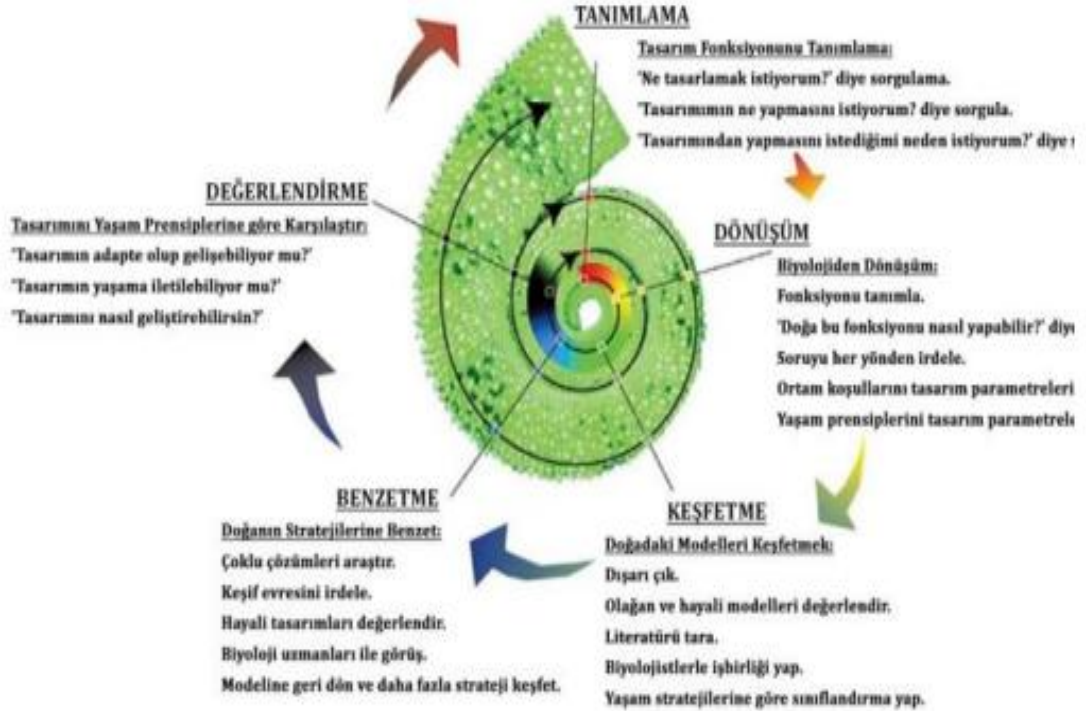
İnsanoğlu yaşam şartlarını geliştirmek ve doğaya karşı üstün gelebilmek için teknolojiden yararlanmaktadır. Bu teknolojilerin bazılarında insanoğlu doğadan esinlenmiş ve biyomimikri kavramı ortaya çıkmıştır (Yıldırım, 2019). Biyomimikri kavramı Yunanca bios (yaşam, hayat, doğa) ve mimikos (taklit) kelimelerinin

birleşmesinden oluşmaktadır. Biyomimikri kavramından ilk kez 1997 yılında Benyus tarafından yayınlanan “Biomimicry: Innovation Inspired by Nature” isimli kitabında bahsedilmiştir. Benyus (1997) kitabında biyomimikriyi doğadan ilham alınan inovasyon olarak tanımlamıştır. İlgili alanyazın taramasında biyomimikri kavramının araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlandığı görülmüştür.

Karabetça (2018) yaptığı çalışmasında biyomimikriyi; canlıların doğada üstlendikleri görevleri ve bu görevleri yaparken başarılı olmalarını sağlayan durumları taklit ederek tasarım ürünleri meydana getirme işlemi olarak tanımlamıştır. Kennedy (2004) çalışmasında, doğanın başarılı gelişmelerini incelemek ve insan sorunlarını çözmek için bu başarılı gelişmeleri taklit etmek olarak tanımlamıştır. Erdal (2024) çalışmasında, insanların karşılaştığı problemlere doğanın desenlerini ve stratejilerini taklit ederek çözümler araması şeklinde tanımlamıştır. Eryılmaz (2015) çalışmasında, doğayı ilham kaynağı olarak almak şeklinde tanımlamıştır. Volstad ve Boks (2012) çalışmalarında, doğadaki gözlemlerin doğrudan ürüne dönüştürülmesi değil, biyolojik kavramların ürünlere yaratıcı bir şekilde tasarıma dönüşerek insanların sorunlarını çözmeyi ifade eder şeklinde tanımlamışlardır. Alanyazın taraması sonucunda biyomimikri ile ilgili tanımlar incelendiğinde, biyomimikri insanların karşılaştıkları problem durumlarına yönelik doğadan ilham alarak ürün tasarımları ve çözüm üretmeleri şeklinde ifade edilebilir.

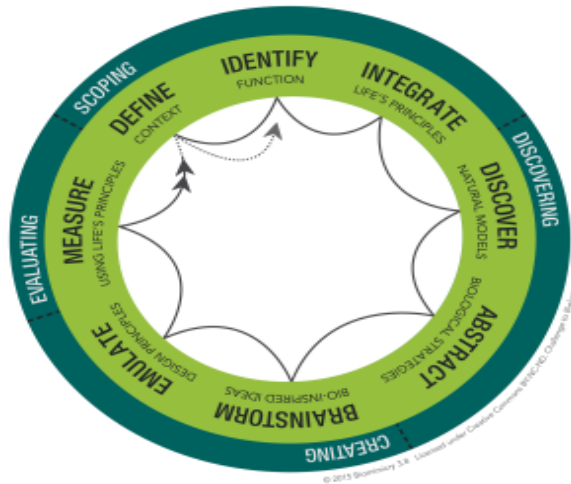
2.3 Biyomimikri ve Tasarım

Biyomimikri bir tasarım sürecidir ve iki temel aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama doğanın gözlenmesi, ikinci aşama ise gözlemler sonucu tasarımların oluşturulmasıdır (Alawad ve Mahgoup, 2014). Tasarım süreci ise kendi içinde “Tanımlama”, “Dönüşüm”, “Keşfetme”, “Benzetme” ve “Değerlendirme” olmak üzere beş adımda tanımlanır (Keskin ve Yavuz, 2019). Şekil 2.1’de gösterildiği gibi Carl Hastrich, Benyus’un biyomimikri tanımını açıklarken kullanmış olduğu ifadelerden yola çıkarak tasarım spiralini oluşturmuştur. Bu spiralın tasarımcılara yol göstermesi amaçlanmıştır (Fıstıkçı ve Gündüz, 2021).



Şekil 2.1 Carl Hastrich'in oluşturduğu biyomimikri tasarım spirali (Keskin ve Yavuz, 2019; McGregor, 2013)

Biyomimikri tasarım döngüsünden bir diğeri ise, 1998 yılında mühendisler, biyologlar, kimyagerler, iş insanları ve tasarımcılar tarafından kurulan "Biyomimicry 3.8" organizasyonunun sunduğu modeldir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Biyomimikri 3.8'in biyomimikri tasarım döngüsü (URL-2, 2025)

2.4 Biyomimikri Tasarım Örnekleri

Alanyazın taraması yapıldığında biyomimikriden yararlanarak mimari, teknoloji, askeri ve savunma, ulaşım araçları, tekstil ürünleri olmak üzere pek çok alanda ürün tasarlandığı görülmüştür (Tablo 2.1).

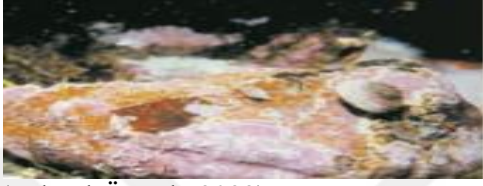
Tablo 2.1 Biyomimikri tasarım örnekleri

Görsel	Özellikler-Aktarılan Teknoloji
 (Kılıç, 2022)	Doğa yürüyüşüne köpeği ile çıkan mühendis George de Mestral köpeğinin tüylerine ve kendi pantolonuna yapışan yuvarlak şekilli bitkileri fark edip, onları mikroskopta incelemiştir. Yuvarlak şekilli bitkilerin mini kancaları olduğunu ve bu kancaların kumaşı tuttuğunu keşfetmiştir. Bu durumdan esinlenerek cırt cırt bantları tasarlamıştır (İnner, 2019).
 (URL-3, 2025)	H5 Drogonfly helikopterin tasarımı yapılırken yusufçuk böceğinin uçuşu incelenmiş ve yusufçuk böceğinden ilham alınarak helikopter geliştirilmiştir (İnner, 2019).
 (Kılıç, 2022)	Köpekbalıklarının derileri mikroskop altında incelendiğinde yapılarındaki şeritler sayesinde su direncini azaldığı ve bu sayede daha hızlı hareket ettikleri tespit edilmiştir. Bilim insanları da bu durumu ilham alarak yüzücü mayoları tasarlamışlardır (Genç, 2013).

Tablo 2.1'in devamı

Görsel	Özellikler-Aktarılan Teknoloji
 (Kılıç, 2022)	Termit höyüklerinin kulelerinde yer alan bacalardan yükselen hava höyüklerde sıcaklığın sabit kalmasını sağlar. Zimbabwe Harere'de bulunan Eastgate Building binasının iklimlendirme sistemi termit höyüklerinin bu özelliğinden ilham alınarak inşa edilmiştir (İnner, 2019).
 (Kılıç, 2022)	Bilim insanları lotus çiçeğinin kirli bir ortamda yaşamasına rağmen hep temiz kalmasının nedenini incelediklerinde, lotus çiçeğinin yapraklarını sallayarak üstüne gelen tozlardan kurtulduğunu ve yağmur ile birlikte kendisini temizleyebildiğini gözlemlemişlerdir. Lotus çiçeğinin bu özelliği ilham kaynağı olmuş ve dış cephe malzemesi olarak kullanılmıştır (Genç, 2013).
 (Kılıç, 2022)	Balıkçıl kuşları avlarını yakalamak için sessiz olmaları ve su sıçratmadan hareket etmeleri bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Balıkçıl kuşlarından ilham alarak saatte 300 km hız ile hareket eden Shinkansen Bullet trenleri tasarlanmıştır (İleritürk, 2016).
 (URL-3, 2025)	Yarasalar su içmek ve avlarını yakalamak için sonar sistemini kullanırlar. Yarasaların sonar sistemleri insan yapımı sonar sistemlerinden daha hassastır. Yarasaların bu özelliğinden yararlanarak mayın arama cihazlarında, sonar sistemlerde ve uçuş tespit cihazları gibi pek çok teknolojik ürünün tasarlanmasında kullanılmıştır (İleritürk, 2016).
 (Tekgül-Öztürk, 2022)	Zambak yaprağının alttan görünüşüne bakıldığında çapraz kaburgalar tarafından desteklenerek sağlamlaştırılmış radyal bir kaburga tarafından oluştuğu gözlemlenmiştir. Crystal Palace, 1851 yılında Joseph Paxton tarafından zambakın bu özelliğinden ilham alınarak tasarlanmıştır (İnner, 2019).

Tablo 2.1'in devamı

Görsel	Özellikler-Aktarılan Teknoloji
 (Tekgül-Öztürk, 2022)	Ayçiçekleri güneşi en iyi algılayabilecekleri bir açıya sahip olmak için güneş ışığına yönelim yaparlar. Bilim insanları da ayçiçeğinin bu özelliğinden ilham alarak güneş panelleri tasarlamışlardır. Güneş panellerine güneşi algılayabilen parçacıklar yerleştirmişlerdir. Böylece güneş panellerinde sıcaklık farkından dolayı yön belirlemesi gerçekleşmiştir (İleritürk, 2016).
 (Tekgül-Öztürk, 2022)	Midyelerin yapışkan yapısından ilham alınarak midyelerden yapıştırıcı bakteriler üretilmiştir. Üretilen bu yapıştırıcı bakterilerin organ nakillerinde önemli olacağı planlanmaktadır (İleritürk, 2016).
 (URL-3, 2025)	Canlı gruplarının haberleşme, teşkilatlanma özelliklerinden ve canlıların uzuvlarından ilham alınarak robotlar tasarlanmıştır (İleritürk, 2016).
 (URL-3, 2025)	Nautilus isimli deniz canlısı yapısı nedeni ile denizaltı araçlarına ilham olmuştur. Nautilus canlısının vücudundaki boşlukları suyla doldurarak suya dalması denizaltı araçlarının tasarımını sağlamıştır (Tekgül-Öztürk, 2022).
 (URL-4, 2025)	Morpho keleklerinin kanatları incelendiğinde yanardöner, parlak olduğu ve ışığı yansıtarak termal enerjiye dönüştürdüğü görülmüştür. Morpho keleklerinden esinlenerek led ekranlar ve termal sensörler tasarlanmıştır (İleritürk, 2016).
 (URL-5, 2025; URL-6, 2025)	Russel Johnson, durian meyvesinin sert kabuğu sayesinde çevresel faktörlerden ve güneşten kendisini koruyabilmesinden esinlenerek üçgen panjurlar tasarlamıştır (İlner, 2019).
 (URL-6, 2025)	Örümcek ağlarının su damlacıklarını tutma özelliğinden esinlenerek, atmosferdeki suyu tutmak için sentetik iplikler tasarlanmıştır (İleritürk, 2016).

2.5 İlgili Araştırmalar

Araştırma kapsamında ilgili alanyazın taramasında biyomimikri kavramıyla ilgili yurt içinde ve yurtdışında yapılan çalışmalardan bazıları ayrı başlıklar olarak aşağıda sunulmuştur.

2.5.1 Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar

Yurtiçi alanyazında araştırmalar incelendiğinde, genel olarak öğrencilerin biyomimikri ile tasarladıkları etkinlikleri dikkate alınmış ve bu etkinliklerin çevre okuryazarlığına, çevresel tutumlarına, fene karşı ilgi düzeylerine, öğrenci üzerindeki etkilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi araştırılmıştır. Bunun yanında biyomimikri ile tasarlanan etkinlikler ve ders işleniş hakkında öğrenci görüşleri de alınmıştır. Bu araştırmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Avcı (2019) yapmış olduğu çalışmada, biyomimikri üzerine yapılan çalışmalarını incelemiş ve biyomimikri alanındaki gelişmeleri, eğilimleri ortaya koymuştur. Nitel araştırma yaklaşımlarından olan doküman incelemesi yönteminin kullanıldığı çalışmada, 1997-2019 yılları arasında yapılmış bilimsel çalışmaları incelemiştir. Çalışma sonucunda, biyomimikrinin öğrencilerin 21.yy becerilerini geliştirmeye yardımcı olabileceği tespit edilmiştir. Bunun yanında, öğrencilerin yaratıcı düşünme, ekolojik okur-yazarlık, problem çözme, eleştirel düşünme gibi becerileri geliştirmeye yardımcı olabileceği görülmüştür.

Yakışan ve Velioğlu (2019) araştırmalarında, 4. sınıf öğrencilerinin hayvanların özelliklerinden ilham alarak teknolojik ürün tasarımlarını amaçlamışlardır. Araştırmalarını 58 öğrenci ile yapmışlar ve öğrencilerin tasarladıkları çizimler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışmalarının sonucunda, öğrencilerin tasarladıkları çizimlerden yaşadıkları bölgeden ve sosyal ortamlarından etkilendikleri görülmüştür.

Kaya (2022) 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği araştırmasında, biyomimikri uygulamalarının yer aldığı disiplinler arası etkinliklerin öğretmen adaylarının çevre okur-yazarlıklarına etkisini incelemiştir. Çalışmada başarı testi,

duyuşsal eğilim ve çevreye yönelik sorumlu davranış ölçekleri kullanmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının biyomimikri tasarım sürecinde öğrencilerle birlikte sürece dahil olması çevreye olan duyarlılıklarını ve çevre okuryazarlık becerilerini geliştirmede olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca duyuşsal eğilimlerinde de olumlu bir gelişme olduğu tespit edilmiştir.

Velioğlu ve Yakışan (2022) yaptıkları çalışmalarında, 7. sınıf öğrencilerinin canlıların özelliklerinden etkilenecek tasarım yapmalarını amaçlamışlardır. 30 öğrenci ile yapılan çalışmada öğrencilerin çizimleri içerik analiziyle incelenmiştir. Araştırma sonucunda STEM eğitiminde biyomimikrinin kullanımlarının artırılabilceği görülmüştür.

Sürgü (2022) çalışmasında, biyomimikrinin teknoloji ve tasarım dersinde işlenmesinin öğrenci üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği araştırmasında verileri gözlem, görüşme, doküman ve görsel işitsel materyaller ile toplamıştır. Çalışmasının sonucunda, öğrencilerin doğaya karşı meraklarının arttığını ve doğayı daha dikkatli incelediklerini tespit etmiştir. Öğrencilerin yaratıcılıklarının ve hayal güçlerinin geliştiği, tasarım becerilerinin de olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Gökgöz (2022) çalışmasında, dolaşım sistemi konusuyla ilgili öğretmen adaylarının biyomimikri algılarının yaptıkları tasarım çizimleri ile belirlenmesini amaçlamıştır. Araştırmasını 34 öğretmen adayı ile yapmış ve verileri, öğretmen adaylarının sekiz adet çalışma kağıdına çizmiş oldukları tasarımlar ve bu tasarımlara ait açıklamalardan elde etmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının biyomimikri temelli çizimlerinde günlük hayatta karşılaştıkları problemlerle ilgili çizim yaptıkları ve sosyal kültürel çevrelerinden etkilendikleri görülmüştür.

Ülbeği-Ülker (2023) çalışmasında, biyomimikrinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerine, çevresel tutumlarına ve FBD'ne karşı tutumlarına olan etkisini göstermeyi amaçlamıştır. 7. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasının verilerini çevresel tutum ölçeği, FBD tutum ölçeği ve bilimsel yaratıcılık ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmasında, öğrencilerin FBD'ye olan tutumlarının olumlu yönde

geliştiğini, çevrelerine karşı daha duyarlı olduklarını ve bilimsel yaratıcılık becerilerinin arttığını belirlemiştir.

Aydın ve Bilir (2023) yaptıkları çalışmada, biyomimikri uygulamalarının fen eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmalarını 47 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirmişler ve verilerini bilimsel yaratıcılık testi ile toplamışlardır. Çalışmalarının sonucunda, biyomimikrinin fen eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını etkilemede anlamlı bir farklılığın oluştuğunu tespit etmişlerdir.

2.5.2 Yurtdışında Yapılan Araştırmalar

Soja (2014) çalışmasında, öğrencilere fosilleri inceletmeyi amaçlamıştır. Fosilleri inceleterek öğrencilerin biyomimikri potansiyellerini keşfetmelerini sağlamıştır. Araştırma sonucunda, öğrenciler biyomimikri ile insanlara dair problemleri sürdürülebilir bir biçimde nasıl çözüleceğine dair bilgiler edinmiştir. Ayrıca araştırma öğrencilerin eleştirel ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirmeye yardımcı olmuştur.

Sanne vd. (2019) çalışmalarında, biyomimikriyi K12 öğrencilerine matematik, mühendislik ve bilim arasında ilham veren bir araç olarak araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada dört ders modülü ve bir laboratuvar çalışması hazırlanmıştır. Çalışmanın ilk modülünde mühendislik çeşitleri sunulmuş, ikinci modülünde nitel bir bakış açısı ile matematiğin belirli yönleri tanıtılmış, üçüncü modülünde termodinamiğin temelinde bulunan matematiğin nitel ve görsel olarak tartışılmış, dördüncü modülde ise öğrenciler biyomimikri ile tanıştırılmıştır. Daha sonra matematik ve biyomimikri bir laboratuvar deneyimi ile bütünleştirilmiştir. Çalışma sonucunda biyomimikri, mühendislik ve matematiğin kesiştiği bu modüllerde öğrencilerin öğrenmeye teşvik ettiği görülmüştür.

Fried vd. (2020) çalışmalarında, tasarım tabanlı öğrenmede biyomimikriden yararlanmışlar ve biyoloji dersinde lisans öğrencilerde biyomimikrinin doğada işlevi nasıl belirlediğine dair daha derin bir anlayış yaratmayı (disiplinler arası bir kavram) ve öğrencilerin bu kavramın topluma fayda sağlayabileceği yeni yolları düşünmelerine

yardımcı olmayı (bilimsel süreç becerisi) amaçlamışlardır. Bu amaç için dersteki öğrenciler, bir günlük bir derse, ardından bir haftalık bir vaka çalışmasına ve ardından da biyomimikri tür-insan tasarım karşılaştırmalarına veya tür-tür karşılaştırmalarına odaklanan bir final projesine maruz bırakıldılar. Öğrencilerin ön-son değerlendirmelerinden aldıkları cevaplar analiz edilerek, çalışmalarının sonucunda biyomimikri destekli öğrenmelerin öğrencilerin biyolojik yapı-işlev bilgilerinin toplumsal faydalara uygulama olasılıklarının yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Zhu ve Kalpwijk (2022) araştırmalarını, Hollanda’da bir okulda öğrenim gören 11-12 yaşlarındaki 16 öğrenci ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışma biyomimikri tasarım projesi ile öğrencilerin mekansal düşünme becerilerini desteklemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmalarının verilerini 2D ve 3D tasarım eserleri, videolar ve YYGF’ler ile toplamışlardır. Çalışmalarını sonucunda, biyomimikri ile ilgili tasarım yaparken ve tasarımlarını görsel hale getirirken öğrencilerin mekansal düşüncelerini aktif olarak kullandıklarını belirlemişlerdir.

Vasinayanuwatana ve Plianram (2023) çalışmalarında, öğretmen adaylarının biyomimikri, tasarım ve STEM prosedürlerini öğretmek için tasarımın dönüşümü algılarına odaklanmaları amaçlanmıştır. Çalışma, pandemi sırasında zorunlu bir ders bağlamında gerçekleşmiştir. Nitel bir vaka çalışması olan bu çalışmada veriler, tanımlayıcı ve tümevarımsal tematik analiz kullanılarak toplanmış ve analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının çoğunluğu biyomimikriyi evrim teorisinin temel bilgisine bağlayarak algılamışlardır. Öğretmen adayları tarafından gerçekleştirilen fark edilebilir biyomimikri tasarımının iki ana yaklaşımı, biyolojideki sorunları belirlemek ve tasarıma doğayı incelemekten oluştuğu vurgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmanın, fen öğretmenlerinin STEM öğretimindeki zorluğun üstesinden gelmelerini desteklemek ve geliştirmek için biyomimikri etkinliklerinden yararlanmalarının önemli olduğu vurgulanmıştır.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırma Modeli

Bu çalışmada, karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Hem nicel hem de nitel verilerin birlikte toplandığı bu yöntemde sıralı açıklayıcı desenden yararlanılmıştır. Bu desende nicel veriler öncelikli olarak toplanır, daha sonra nitel veriler toplanır ve analiz edilir (Creswell ve Clark, 2017). Bu analizler birbirleri ile ilişkilendirilir, tartışılır ve yorumlanarak birleştirilir (Baki ve Gökçek, 2012). Bu çalışmada da öncelikli olarak gruplardan nicel veriler toplanmış, sonrasında deney grubunu oluşturan öğrencilerin arasından belirlenen dokuz öğrenciden nitel veriler elde edilmiş ve tüm verilerin analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın nicel kısmında, ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desenden nitel kısmında ise, durum çalışması yönteminden yararlanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri başarı testi, motivasyon ve tutum ölçekleri ile toplanmıştır. Nitel veriler ise YYGF'den elde edilmiştir. Ders anlatımları kontrol grubundaki öğrencilere 2018 FBDÖP ile, deney grubunu oluşturan öğrencilere ise 2018 FBDÖP ve biyomimikri etkinlikleriyle yapılmıştır. Tablo 3.1'de çalışmanın deneysel modeli sunulmuştur.

Tablo 3.1 Araştırmanın deneysel modeli

Grup	Ön-test	Uygulama	Son-test
Deney	IMEÜABT FBDYMÖ FBDTÖ	Biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle desteklenmiş öğretim	IMEÜABT FBDYMÖ FBDTÖ YYGF
Kontrol	IMEÜABT FBDYMÖ FBDTÖ	2018 FBDÖP'ye göre öğretim	IMEÜABT FBDYMÖ FBDTÖ

3.2 Çalışma Grubu

Çalışma grubu, 2023-2024 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde Kastamonu Seydiler İlçesi'nin bir devlet ortaokulunun 7. sınıflarının iki şubesinde öğrenim gören 42 öğrenciden oluşmaktadır. Rastgele olarak eşit sayıda öğrencilerden deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. 7-A şubesi kontrol grubu (21 öğrenci), 7-B şubesi ise deney grubu (21 öğrenci) olarak belirlenmiştir. Araştırmanın nitel veri çalışma grubu ise deney grubundan akademik başarı son-test doğru sayısına göre belirlenen yüksek, orta ve düşük başarı düzeyine göre belirlenen dokuz öğrenciden oluşmaktadır. Tablo 3.2'de öğrencilerin demografik özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Öğrencilerin demografik özellikleri

Grup	Cinsiyet			
	Kız		Erkek	
	N	%	N	%
Deney	9	42,86	12	57,14
Kontrol	10	47,62	11	52,38

Tablo 3.2'ye göre, çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin 19'u kız, 23'erkektir. Deney grubunun %42,86'sını kız öğrenci, %57,14'ünü ise erkek öğrenci oluşturmaktadır. Kız öğrencilerin %47,62'si ve erkek öğrencilerin %52,38'i ise kontrol grubunda bulunmaktadır.

3.3 Veri Toplama Araçları

3.3.1 Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesi Akademik Başarı Testi

Araştırmada, FBD'de ilgili ünite konularının öğretiminde biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle destekli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini belirlemek için araştırmacı tarafından 22 maddeden oluşan çoktan seçmeli ve dört seçenekli bir test geliştirilmiştir. Sorular hazırlanırken daha önce MEB'in yayınladığı kaynaklardan yararlanılmış ve başlangıçta 25 soruluk bir madde havuzu hazırlanmıştır. Soruların geçerliği için uzman görüşüne (iki öğretim üyesi ve iki FBD öğretmeni) başvurulmuş, soruların ilgili ünite kazanımlarına ve öğrencilerin seviyelerine uygunluğu konusunda görüşlerini belirtmişlerdir. Alanyazında başarı testi

oluşturulurken uzman görüşünün alınması önemli bir adım olduğu belirtilmektedir (Treagust, 1988; Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ölçme araçlarında geçerlik ve güvenirlik düzeylerinin yüksek olması için hem kapsam hem de yapı geçerliği yapılır (McMillan ve Schumacher, 2006). Alınan uzmanların görüşlerinden sonra, testin güvenirliğini hesaplamak için ön uygulaması yapılmıştır. Testin ön uygulaması, çalışma grubunda bulunmayan 288 sekizinci sınıflarda öğrenim gören öğrencilerle yapılmış ve Sosyal Bilimler için İstatistiksel Paket Programı (SPSS) yardımıyla madde güçlük indeksi (p_j) ve madde ayırt edicilik indeksi (r_j) değerleri hesaplanarak Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3 İMEÜABT'nin p_j ve r_j değerleri

Soru No	p_j	r_j
1	0,76	0,40
2	0,55	0,43
3	0,50	0,43
4	0,73	0,45
5	0,43	0,30
6	0,29	0,33
7	0,52	0,42
8	0,79	0,50
9	0,56	0,50
10	0,55	0,35
11	0,49	0,50
12	0,62	0,37
13	0,54	0,55
14	0,63	0,52
15	0,40	0,23
16	0,28	0,30
17	0,42	0,39
18	0,52	0,50
19	0,35	0,45
20	0,35	0,33
21	0,68	0,44
22	0,72	0,55
23	0,64	0,53
24	0,31	0,32
25	0,66	0,42

Her bir soru maddesi; $p_i \leq 0,29$ “zor”, 0,30-0,49 “orta güçlükte”, 0,50-0,69 “kolay”, 0,70-1,00 “çok kolay” olarak kabul edilmektedir. $r_j \leq 0,19$ “kabul edilmez, çıkarılmalı”, 0,20-0,29 “düzeltilmeli ve geliştirilmeli”, 0,30-0,39 “oldukça iyi”, $0,40 \leq r_j$ “çok iyi” şeklinde ifade edilir (Hasançebi vd., 2020).

Yukarıda bahsedilen değerler dikkate alındığında başarı testinden 5, 15 ve 16. maddeler çıkarılmıştır. Bu şekilde 22 sorudan meydana gelen akademik başarı testinin son şekli oluşturulmuş (EK-C) ve veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. İyi hazırlanmış bir ölçme aracında güvenirlik en önemli özelliklerden biridir. Araştırmada geçerliği test edilen ve 22 sorudan oluşan Işık Madde ile Etkileşimi Ünitesi Akademik Başarı Testi (IMEÜABT) için güvenirlik hesaplanmasında KR-20'ye bakılmıştır (Büyüköztürk, 2011). Hesaplama, teste verilen doğru cevap 1 (bir) puan, yanlış veya boş bırakılan cevap ise sıfır (0) puan olarak değerlendirilmiştir. Buna göre IMEÜABT'den alınabilecek en düşük puan sıfır (0), en yüksek puan ise yirmi (22)'dir. IMEÜABT'nin güvenirlik hesabında SPSS programından yararlanılmış ve Tablo 3.4'te sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3.4 IMEÜABT'nin güvenirlik analiz sonuçları

N	Minimum Değer	Maksimum Değer	$\bar{X}$	Ss	KR-20
22	3	21	11,28	4,32	0,796

Tablo 3.4'e göre, öğrencilerin IMEÜABT'den aldıkları minimum puan 3 (üç), maksimum puan ise 21 (yirmi bir)'dir. Bu çalışmada kullanılması için geliştirilen IMEÜABT'nin hesaplanan güvenirlik değeri 0,796'dır. Bu değer alanyazında kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2011). Bu şekilde elde edilen başarı testinin çalışmanın katılımcılarına uygulanmasında verilecek sürenin 40 dakika (bir ders saati) olmasına karar verilmiştir.

3.3.2 Fen Bilimleri Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği

IMEÜ'nün öğretiminde her iki grupta bulunan öğrencilerin FBD'ye yönelik motivasyonları arasındaki farklılığın olup olmadığını belirlemek için Fen Bilimleri Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği (FBDYMÖ) kullanılmıştır. Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilen bu ölçek için gerekli izin alınmış ve bu çalışmada kullanılmıştır. FBDYMÖ; beşli Likert tipinde hazırlanmış ve “1=Kesinlikle Katılmıyorum”, “2=Katılmıyorum”, “3=Kararsızım”, “4=Katılıyorum”, “5=Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde puanlanmıştır. FBDYMÖ; 23 maddeden oluşmaktadır (EK-D). FBDYMÖ'den alınabilecek puan 23 ile 115 arasında

değişmektedir. FBDYMÖ'nün güvenirlik değeri 0,80 ve Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) değeri 0,85 olarak hesaplanmıştır (Dede ve Yaman, 2008).

3.3.3 Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği

IMEÜ'nün öğretiminde hem deney hem de kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin FBD'ye karşı tutumları arasındaki farklılığın olup olmadığını belirlemek için Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği (FBDTÖ) kullanılmıştır. Nuhoğlu (2008) tarafından geliştirilen bu ölçek için gerekli izin alınmış ve bu çalışmada kullanılmıştır. FBDTÖ; “1=Katılmıyorum”, “2=Fikrim Yok” ve “3-Katılıyorum” şeklinde üçlü Likert tipinde hazırlanmış ve 20 maddeden oluşmuştur (EK-E). FBDTÖ'den alınabilecek puan 20 ile 60 arasında değişmektedir. FBDT'nün güvenirlik değeri 0,89 ve Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) değeri 0,86 olarak hesaplanmıştır (Nuhoğlu, 2008). Ölçek, 2008 yılında geliştirildiğinden o dönemdeki dersin adı olan “Fen ve Teknoloji” ifadesi kullanılmıştır. Günümüzde dersin adı “Fen Bilimleri” olarak değiştiği için ölçekte bu ifade “Fen Bilimleri” olarak kullanılmıştır.

3.3.4 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

IMEÜ konularının öğretilmesinde biyomimikri ile geliştirilen etkinlikler ve yapılan öğretim hakkında öğrencilerin görüşlerinin belirlenmesi amacıyla deney grubunda bulunan dokuz öğrenciye YYGF uygulanmıştır. Görüşme formu, alanyazın taramasında biyomimikri ile ilgili araştırmaların incelenmesi sonucunda araştırmacı tarafından yazılmış yedi sorudan oluşmaktadır. Form uygulanmadan önce uzmanlardan (iki öğretim üyesi ve iki fen bilimleri öğretmeni) görüş alınmıştır. Daha sonra formun çalışma grubunda yer almayan üç öğrenciye bir ön uygulaması yapılmış ve öğrencilere verilecek zaman (30 dakika) belirlenmiştir. YYGF son hali EK-F'de verilmiştir.

3.4 Uygulama Süreci

Uygulama öncesinde IMEÜABT, FBDYMÖ ve FBDTÖ her iki gruptaki öğrencilere ön-test şeklinde uygulanmıştır. Aynı testler 26 ders saati süren uygulama sonrasında gruplara son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Uygulama bittikten sonra YYGF deney

grubundan seçilen dokuz öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmadaki uygulama süreci hem kontrol hem de deney grubu olmak üzere iki ayrı başlık halinde sunulmuştur.

3.4.1 Kontrol Grubunda Derslerin İşlenişi

Nicel veri toplama araçlarının kullanıldığı araştırmalarda kullanılan yöntemin ya da yaklaşımın etki durumunu belirlemek amacıyla benzer özelliklere sahip bir deney bir de kontrol grubu belirlenir (Çokluk vd., 2014). Kontrol grubunda öğrencilere verilecek konu standart bir şekilde, mevcut programa göre işlenir. Bu araştırmada da kontrol grubunda süreç mevcut programa bağlı kalarak işlenmiştir.

Kontrol grubunda dersler 26 ders saati boyunca 2018 FBDÖP'ye uygun olarak araştırmacı tarafından işlenmiştir. Kaynak olarak ders kitabı kullanılmış ve öğrencilere ünite kapsamında ders kitabında bulunan etkinlikler ödevler şeklinde verilerek, ders dışı zamanlarda yapmaları istenmiştir. İlgili ünitenin konuları anlatılırken gerektiğinde EBA'dan yararlanılmış ve çalışma yaprakları kullanılmıştır. Uygulamanın yapıldığı deney grubundaki öğrencilerde olduğu gibi herhangi bir işlem yapılmamıştır.

3.4.2 Deney Grubunda Derslerin İşlenişi

Uygulamaya başlamadan önce deney grubunda bulunan öğrencilere İMEÜ'nün biyomimikriden yararlanarak nasıl işleneceği hakkında bilgiler verilmiştir. Öğrencilere ünitenin konuları ile ilgili çalışma yaprakları dağıtılacağı ve öğrencilerin çalışma yapraklarındaki istenenlere göre biyomimikriyi kullanarak ürün tasarlayacakları söylenmiştir. Daha sonra bu ürünlerle araştırmacı tarafından müfredata uygun bir şekilde ünite konularının anlatılacağından bahsedilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilere İMEÜ kontrol grubunda olduğu gibi araştırmacı tarafından anlatılmış ve mevcut programa ek olarak biyomimikri ile geliştirilen etkinliklerle desteklenmiştir. Uygulama süreci deney grubunda da 26 ders saati sürmüştür ve bu süreç haftalık şeklinde sunulmuştur.

3.4.2.1 Birinci hafta

İlgili ünite konuları öğretilmeye başlamadan önce araştırmacı tarafından öğrencilere biyomimikri hakkında gerekli bilgiler verilmiş ve biyomimikri ile tasarlanmış ürünlerden örnekler Şekil 3.1’de gösterildiği gibi sunulmuştur. Bu şekilde bir beyin fırtınası oluşturulmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.1 Biyomimikri ile ilgili örnekler

Bu hafta, ışığın madde ile etkileşimi ünitesi konularından bahsedilmiştir. Öğrencilere ünitenin kazanımlarıyla ilgili çalışma yaprakları verileceği, öğrencilerin bu çalışma yapraklarındaki durumlara göre biyomimikriyi kullanarak model tasarlayacakları ve tasarladıkları modelleri ürüne dönüştürmelerinin gerektiğinden bahsedilmiştir. Bu modelleri gruplar oluşturarak yapacakları ifade edilmiştir. Bir sonraki ders saatinde öğrenciler dört gruba ayrılmıştır. Gruplardan biri altı kişi, diğerleri ise beşer kişi olarak belirlenmiştir.

3.4.2.2 İkinci hafta

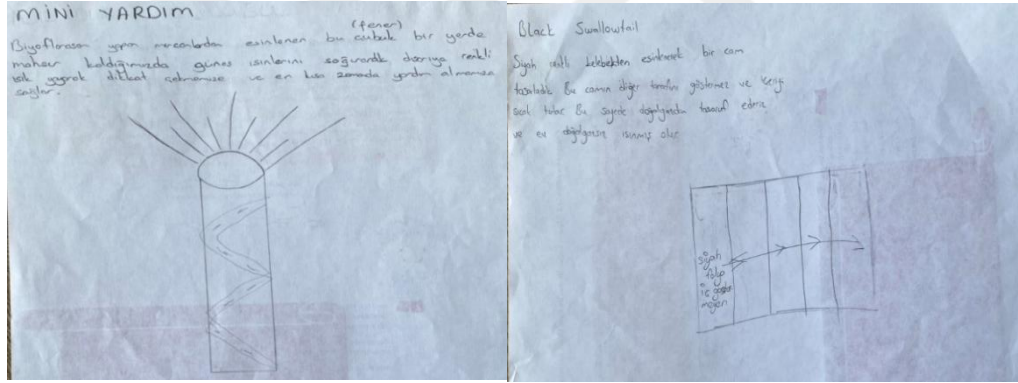
Öğrencilere bu hafta “ışığın soğurulması” konusu anlatılmıştır. Öğrencilere ışığın madde ile etkileşimi sonucunda soğurulabileceği ve beyaz ışığın tüm renklerinin bileşiminden oluştuğu konuları öğretilmiştir. Konu öğretimine geçmeden önce gruplara EK-G’de yer alan “çalışma yaprağı-1” dağıtılmıştır. Öğrencilerden gruplar halinde biyomimikriyi kullanarak bir ürün tasarlamaları istenmiştir. Gruplar birbirleriyle fikir alışverişinde bulunmuşlar ve ortak aldıkları kararlar sonucunda bir ürün tasarımı yapmışlardır. Şekil 3.2’de gösterildiği gibi, tasarımlarını kendilerine

dağıtılan çalışma yaprağının arka yüzüne çizimleri ve gerekli açıklamalarda bulunmaları istenmiştir.



Şekil 3.2 Çalışma yaprağı-1'in uygulanması

Şekil 3.3'te öğrencilerin bu tasarımlara yönelik yapmış oldukları çizim ve açıklamalara ait örnekler sunulmuştur.



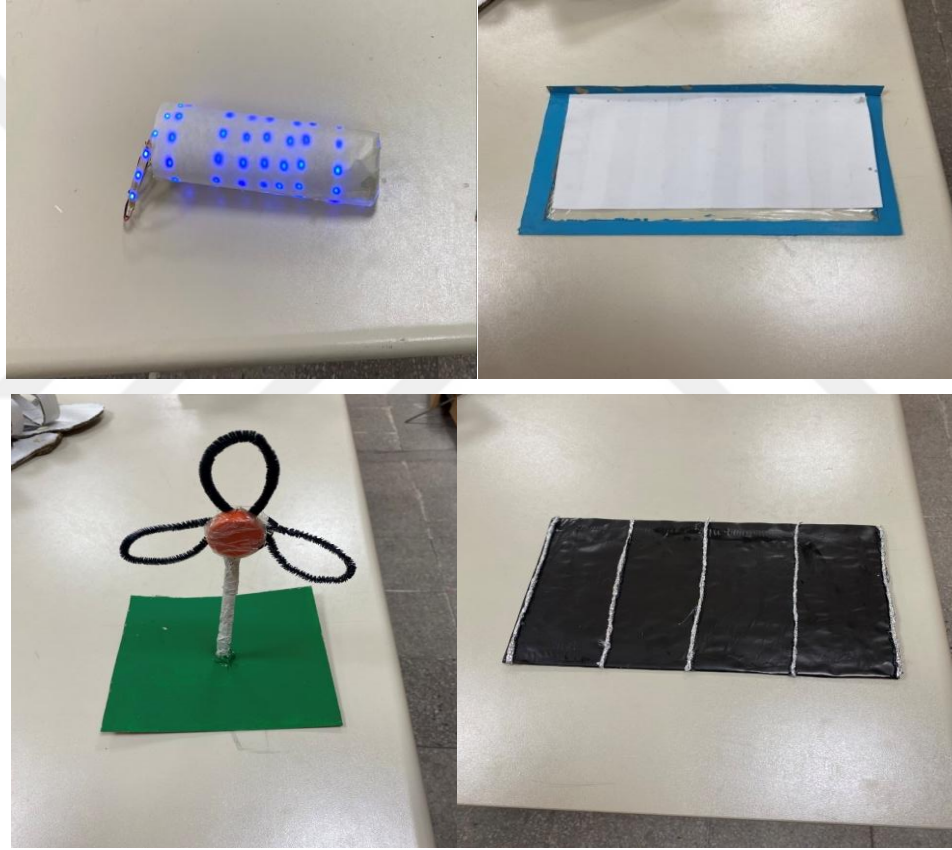
Şekil 3.3 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları

Gruplar, çizimleri ve açıklamaları bittikten sonra biyomimikri ile ilgili model oluşturmak için hangi malzemeleri kullanmaları gerektiğini belirlemişlerdir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Öğrencilerin model oluşturma süreci

Şekil 3.5’te öğrencilerin oluşturdukları modeller sunulmuştur.



Şekil 3.5 Öğrencilerin oluşturdukları modeller

Haftalık dört ders saatinin ilk iki saatinde öğrenciler biyomimikri ile ilgili modeller oluşturmuşlardır. Kalan iki ders saatinde ise araştırmacı, Şekil 3.5’te gösterildiği gibi öğrencilerin hazırlamış oldukları modelleri kullanarak dersi müfredata uygun bir şekilde işlemiştir. Tablo 3.5’te, bu hafta öğrencilerin “çalışma yaprağı-1” deki problem durumuna yönelik canlılardan esinlenerek yapmış oldukları biyomimikri ürünlerine yönelik bilgiler sunulmuştur.

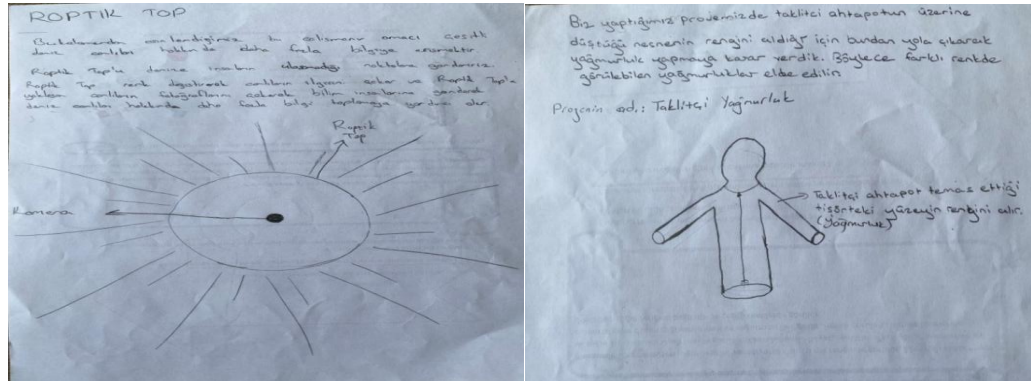
Tablo 3.5 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri

Kategori	İlham alınan canlı	Tasarıma dönüştürülen ürün
Günlük hayatta kullanılan materyaller	Kutup ayısı	Perde
	Mercan	Fener
Mimari araç-gereç	Kelebek	Pencere camı
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Kambur balina	Rüzgâr türbini

Tablo 3.5’e göre, öğrenciler kutup ayısı, mercan, kelebek ve kambur balina gibi canlılarından ilham alarak perde, fener, pencere camı ve rüzgâr türbini tasarlamışlardır.

3.4.2.3 Üçüncü hafta

Bu hafta da öğrencilere bir önceki haftanın konu başlığı olan “ışığın soğurulması”nın anlatımına devam edilmiştir. Bu konuda öğrencilere cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedeni, güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamaları ile gelecekte nasıl güneş enerjisinden yararlanılabileceğine ilişkin konular öğretilmiştir. Bu haftanın konularıyla ilgili olarak EK-G’de yer alan “çalışma yaprağı-2 ve 3” kullanılmıştır. Öğrencilere öncelikle çalışma yaprağı-2 dağıtılmış ve gruplar halinde biyomimikriden yararlanarak bir ürün tasarımları istenmiştir. Şekil 3.6’da görüldüğü gibi, öğrenciler grup arkadaşlarıyla işbirliği yaparak tasarımlarını oluşturmuşlar ve kendilerine dağıtılan çalışma yaprağı-2’nin arka yüzünde yer alan boşluğa bu tasarımlarını çizmeleri ve gerekli açıklamaları yazmalarının beklendiği söylenmiştir.



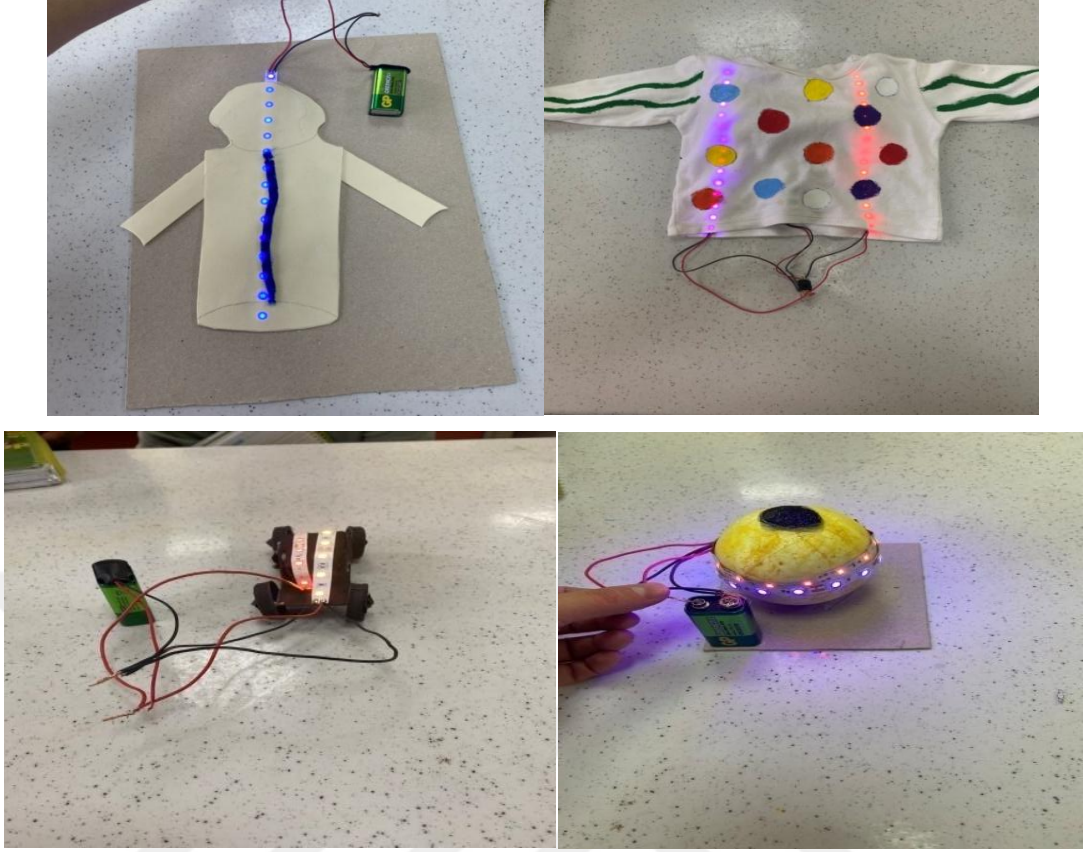
Şekil 3.6 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları

Şekil 3.7’de gösterildiği gibi, öğrencilerin tasarım çizimleri ve açıklamaları bittikten sonra, biyomimikri ile ilgili model oluşturmak için kullanacakları malzemeleri hazırlamışlardır.



Şekil 3.7 Öğrencilerin model oluşturma süreci

Öğrenciler çizmiş oldukları tasarımları Şekil 3.8’de gösterildiği gibi model haline getirmişlerdir.



Şekil 3.8 Öğrencilerin oluşturdukları modeller

Araştırmacı Şekil 3.8’deki gibi elde edilen modelleri kullanarak cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini müfredata uygun bir şekilde öğrencilere anlatmıştır. Dersinin ilk üç saati “çalışma yaprağı-2” nin yapılması ile geçmiş, diğer bir saatinde ise onlara güneş enerjisi ile ilgili “çalışma yaprağı-3” dağıtılmıştır. Diğer çalışma yapraklarında olduğu gibi biyomimikriye göre bir ürün tasarımları istenmiştir. Bu süreç bir sonraki hafta gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.6’da öğrencilerin “çalışma yaprağı-2” deki problem durumuna yönelik canlılardan esinlenerek yapmış oldukları biyomimikri ürünleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

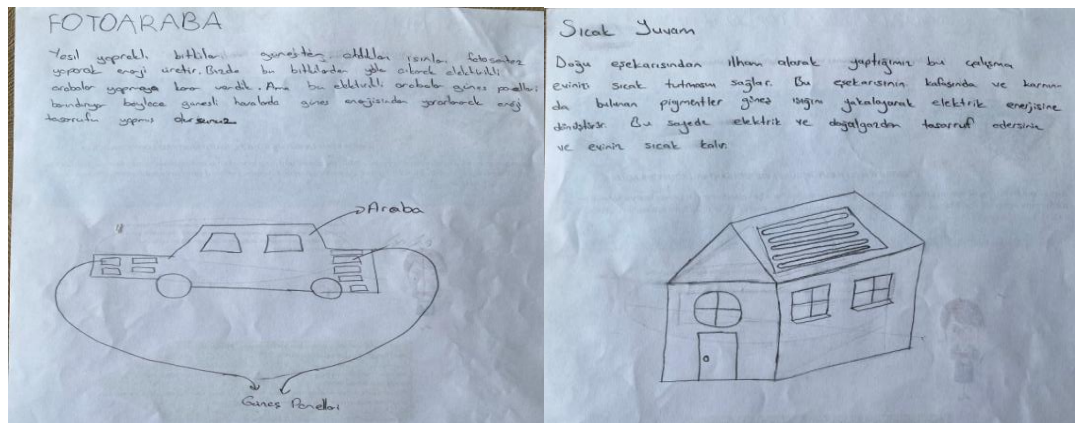
Tablo 3.6 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri

Kategoriler	İlham alınan canlılar	Tasarıma dönüştürülen ürünler
Kıyafet	Ahtapot	Yağmurluk
	Bukalemun	Tişört
Savunma ve askeri araç ve gereç	Kurbağa	Dinleme cihazı
Su altı araçları	Bukalemun	Fotoğraf makinesi

Öğrenciler çalışma yaprağındaki problem durumuna yönelik yapmış oldukları çizimler ve çizimlerine yönelik açıklamalar incelendiğinde, ahtapot, bukalemun ve kurbağa gibi canlılarından ilham almışlar ve yağmurluk, tişört, dinleme cihazı ve fotoğraf makinesi tasarlamışlardır.

3.4.2.4 Dördüncü hafta

Bu hafta öğrencilere “güneş enerjisi” ve “aynalar” konuları anlatılmıştır. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yeni ve yenilikçi uygulamaları ile gelecekte nasıl güneş enerjisinden yararlanılabileceğine ilişkin konular ile ayna çeşitleri, aynalarda oluşan görüntünün özellikleri ve aynaların kullanım alanları öğrencilere anlatılmıştır. Gruplardaki öğrencilerden bir önceki hafta dağıtılan “çalışma yaprağı-3” teki etkinlikleri yapmaları istenmiştir. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla çalışma yaprağındaki gerekli çizim ve açıklamaları birlikte yapmışlardır (Şekil 3.9).



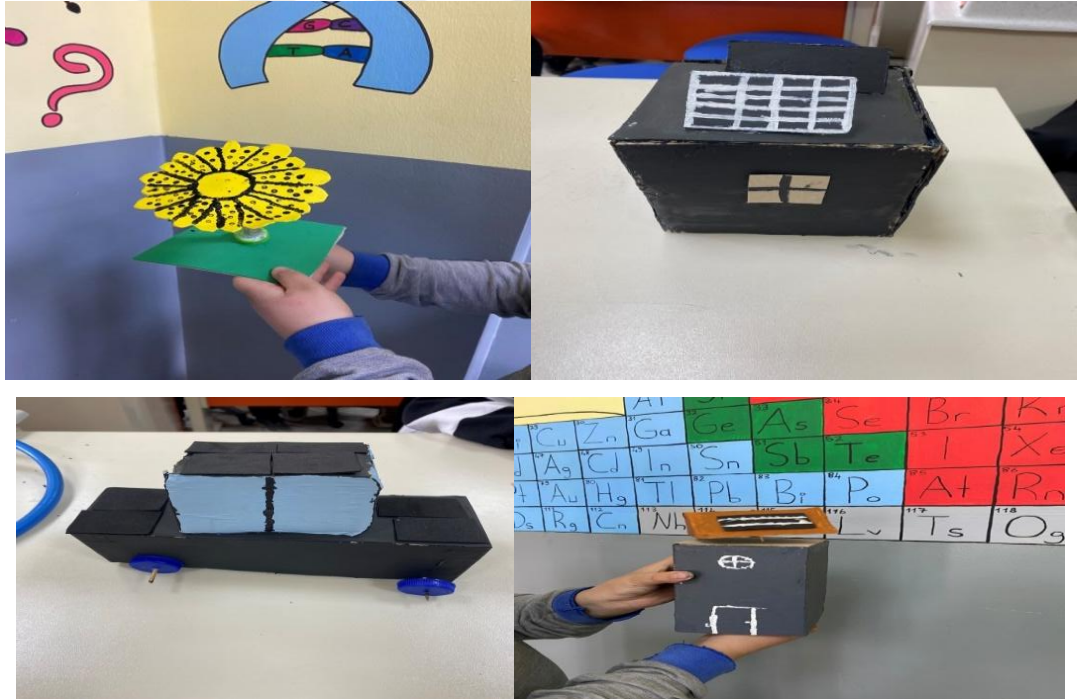
Şekil 3.9 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları

Öğrencilerin tasarım çizimleri ve açıklamaları bittikten sonra hazırlayacakları biyomimikri ile ilgili modeller için kullanacakları malzemelere karar vermişler ve Şekil 3.10’da görüldüğü model oluşturmaya başlamışlardır.



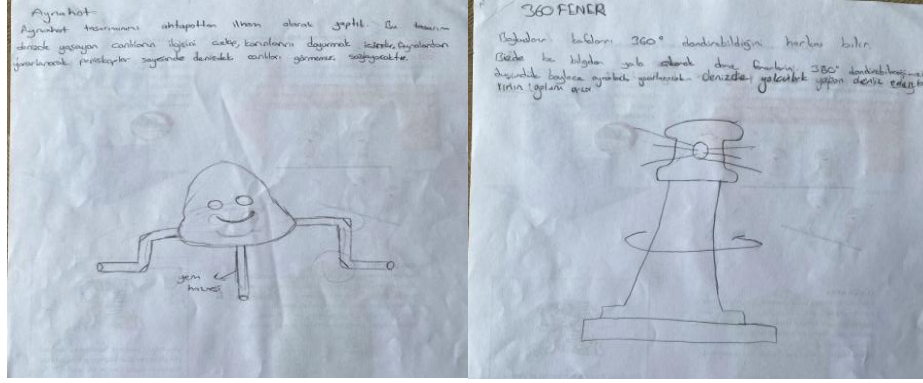
Şekil 3.10 Öğrencilerin model oluşturma süreci

Araştırmacı, öğrencilerin oluşturdukları Şekil 3.11’de gösterilen modelleri kullanarak güneş enerjisinden, güneş enerjisinin yaşam ve teknolojideki örneklerinden ve güneş enerjisinden gelecekte nasıl faydalanabileceğine dair öğrenciler ile birlikte fikir alışverişinde bulunarak müfredata uygun konuyu işlemiştir.



Şekil 3.11 Öğrencilerin oluşturdukları modeller

Dört saatlik dersin ilk iki saati “çalışma yaprağı-3” ve ilgili konunun anlatılması ile geçmiştir. Kalan iki saatte ise öğrencilere EK-G’de yer alan ayna çeşitleriyle ilgili “çalışma yaprağı-4” dağıtılmış ve ürün tasarımları, çizimleri ve gerekli açıklamaları yapmaları istenmiştir (Şekil 3.12).



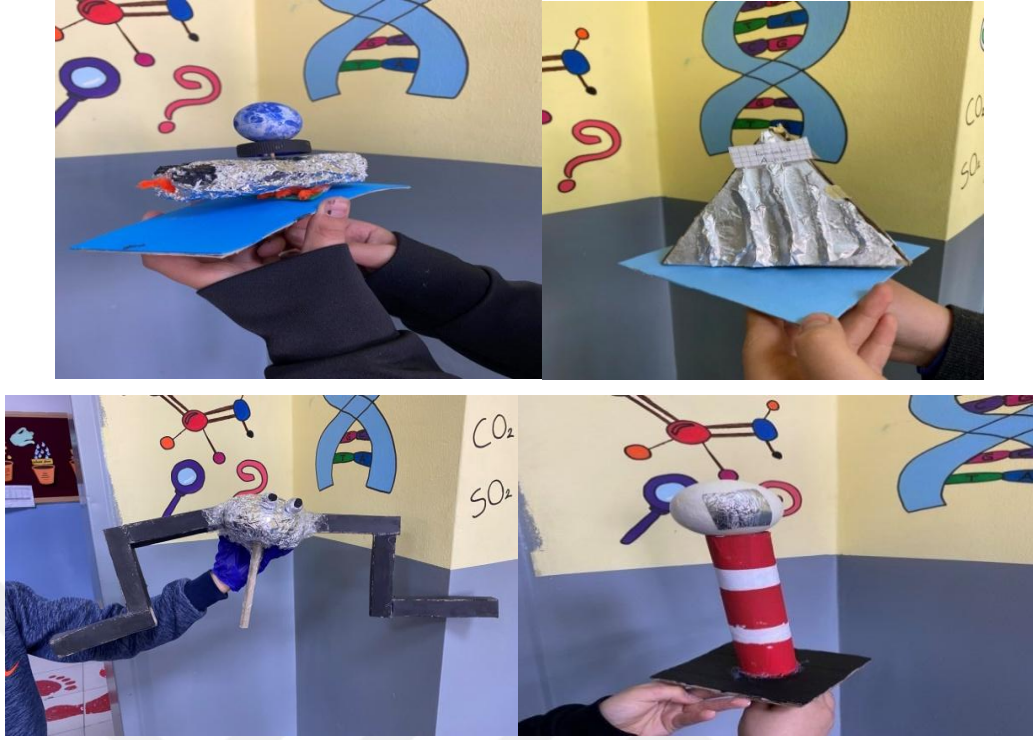
Şekil 3.12 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları

Gruplardaki öğrencilerin tasarım çizimleri ve açıklamaları bittikten sonra biyomimikri ile ilgili somut modeller oluşturmak için kullanacakları malzemelere karar vermişler ve Şekil 3.13'te görüldüğü model oluşturmaya başlamışlardır.



Şekil 3.13 Öğrencilerin model oluşturma süreci

Şekil 3.14'te öğrencilerin ayna çeşitleriyle ilgili oluşturdukları biyomimikri modelleri gösterilmiştir.



Şekil 3.14 Öğrencilerin oluşturdukları modeller

Araştırmacı, Şekil 3.14’te gösterilen modelleri kullanarak aynalar konusunu müfredata uygun bir şekilde anlatmıştır. Aynalar konusunun anlatımı bir sonraki haftada da devam etmiştir.

Tablo 3.7’de bu hafta öğrencilerin “çalışma yaprağı-3” ve “çalışma yaprağı-4” teki problem durumuna yönelik canlılardan esinlenerek yapmış oldukları biyomimikri ürünleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.7 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri

Kategoriler	İlham alınan canlılar	Tasarıma dönüştürülen ürünler
Mimari araç ve gereçler	Ayçiçeği	Güneş paneli
	Eşek arısı	Güneş paneli
Yenilenebilir enerji kaynakları	Ayçiçeği	Güneş paneli
Kara araçları	Yeşil yapraklı bitkiler	Araba
Günlük hayatta kullanılan materyaller	Ahtapot	Ayna
Su altı araçları	Ördek	Periskop
	Ahtapot	Deniz altı
Mimari araç ve gereç	Baykuş	Deniz feneri

Tablo 3.7’ye göre, öğrenciler ayçiçeği, eşek arısı ve yeşil yapraklı bitkilerden ilham alarak güneş paneli ve araba modellemişlerdir. Ahtapot, ördek ve baykuştan ta ilham alarak ayna, periskop, deniz altı ve deniz feneri modellemişlerdir.

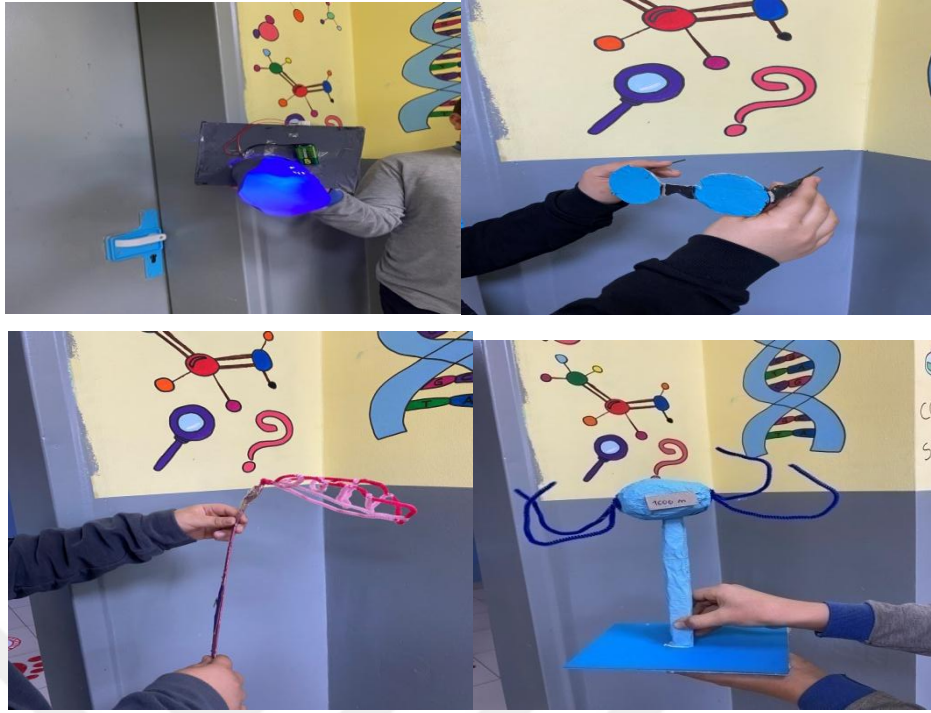
3.4.2.5 Beşinci hafta

Bir önceki haftanın başlığı olan “aynalar” konusu öğrencilerin biyomimikriyi kullanarak oluşturdukları somut modellerle anlatılmıştır. Öğrencilere aynalarda oluşan görüntünün özellikleri, ayna çeşitleri, günlük hayat ve teknolojide aynaların kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Bu anlatım süreci iki ders saati boyunca devam etmiş, geri kalan iki saatte ise öğrencilere ışığın kırılması ile ilgili “çalışma yaprağı-5” dağıtılmıştır. Önceki haftalarda olduğu gibi öğrenciler biyomimikriyi kullanarak ürün tasarlama sürecine başlamışlar, tasarımlarını ve gerekli açıklamaları ilgili çalışma yaprağının arka yüzüne yapmışlardır. Öğrencilerin çizimleri ve tasarımları ile ilgili açıklamaları bittikten sonra somut modelleri oluşturmak için kullanacakları malzemelerine karar vermişlerdir ve Şekil 3.15’te gösterildiği gibi model oluşturmaya başlamışlardır.



Şekil 3.15 Öğrencilerin model oluşturma süreci

Gruplardaki öğrenciler, Şekil 3.16’da gösterildiği gibi biyomimikri ile ilgili modeller oluşturmuşlardır.



Şekil 3.16 Öğrencilerin oluşturdukları modeller

Tablo 3.8’de bu hafta öğrencilerin “çalışma yaprağı-5” teki problem durumuna yönelik canlılardan esinlenerek yapmış oldukları biyomimikri ürünleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.8 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri

Kategoriler	İlham alınan canlılar	Tasarıma dönüştürülen ürünler
Su altı araçları	Pelikan Denizanası Örümcek	Sonar cihazı Balık ağı
Günlük hayatta kullanılan materyaller	İnsan	Gözlük

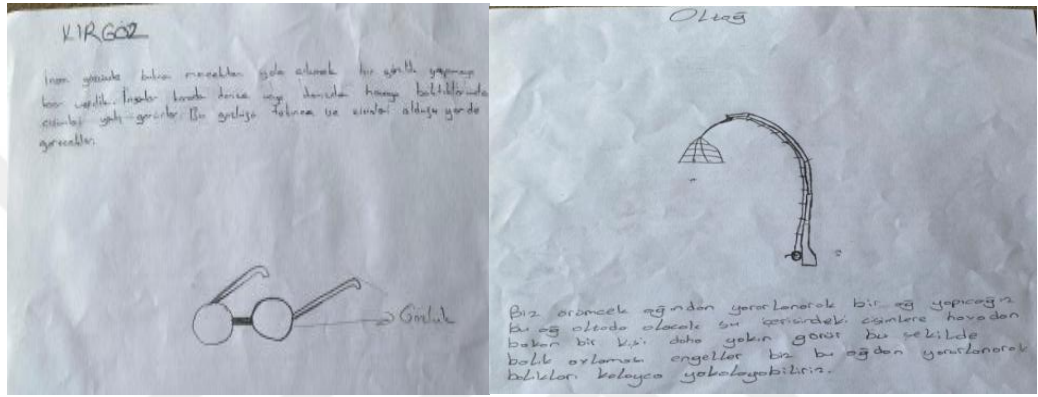
Tablo 3.8’e göre, öğrenciler pelikan, denizanası örümcek gibi hayvanlardan ilham alarak sonar cihazı ve balık ağı modellemişlerdir. İnsandan da ilham alarak gözlük modellemişlerdir.

3.4.2.6 Altıncı hafta

Bu hafta, öğrencilere bir önceki hafta oluşturdukları biyomimikri ile ilgili modeller kullanılarak ışığın ortam değiştirdiğinde kırıldığı, mercekle çeşitleri, merceklerin odak

noktalarının bulunması, merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki örnekleri müfredata uygun bir şekilde anlatılmıştır.

Şekil 3.17’de görüldüğü gibi, FBD’nin ilk üç saati konu anlatımı ile sürmüş, geriye kalan bir saatte öğrencilere EK-G’de yer alan “çalışma yaprağı-6” dağıtılmış ve öğrencilerden bu çalışma yaprağı ile ilgili ürün tasarımları, çizimleri ve gerekli açıklamaları yapmaları istenmiştir.



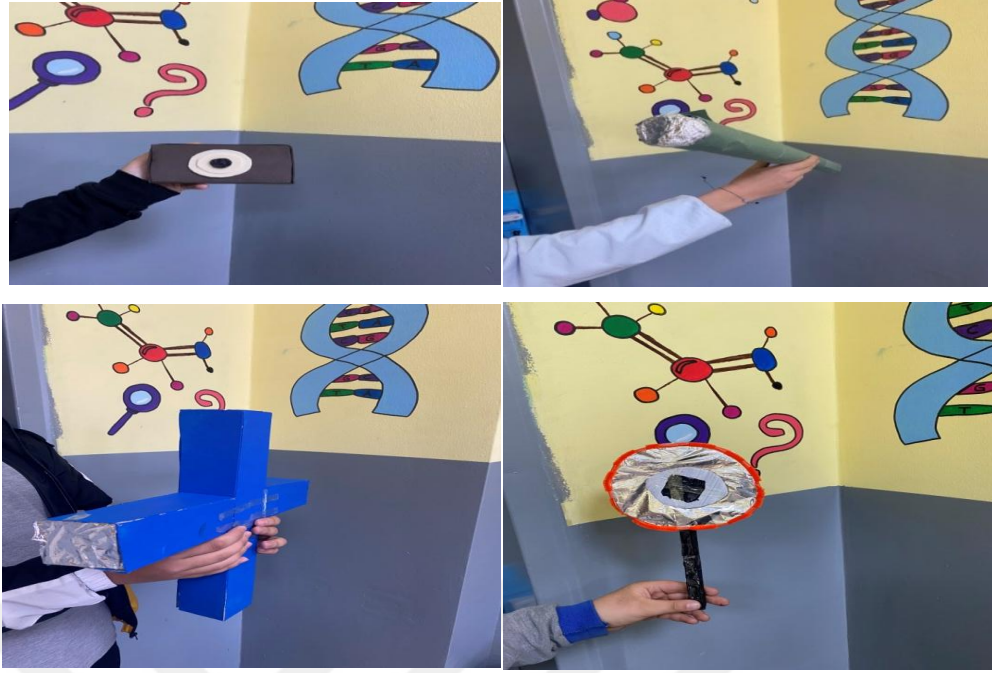
Şekil 3.17 Öğrencilerin tasarımlarıyla ilgili çizim ve açıklamaları

Öğrenciler biyomimikriyi kullanarak ürün tasarlama sürecine başlamışlardır. Öğrencilerin çizimleri ve tasarımları ile ilgili açıklamaları bittikten sonra somut modelleri oluşturmak için kullanacakları malzemeleri belirlemişler ve Şekil 3.18’te gösterildiği gibi model oluşturmaya başlamışlardır.



Şekil 3.18 Öğrencilerin model oluşturma süreci

Şekil 3.19’da, öğrencilerin bu haftaki “çalışma yaprağı-6” daki problem durumuna yönelik yapmış oldukları çizim ve açıklamalara ait örnekler sunulmuştur.



Şekil 3.19 Öğrencilerin oluşturdukları modeller

Araştırmacı, öğrencilerin Şekil 3.19'daki gibi oluşturdukları modellerle müfredatta yer alan konuları anlatmış, öğrencilerle birlikte fikir alışverişinde bulunmuş, ayna ve merceklerle ilgili günlük yaşamda ve teknolojiye kullanılan ürünlerden bahsetmiştir. Tablo 3.9'da bu hafta öğrencilerin “çalışma yaprağı-6” daki problem durumuna yönelik canlılardan esinlenerek yapmış oldukları biyomimikri ürünleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.9 Öğrencilerin oluşturdukları biyomimikri ürün bilgileri

Kategoriler	İlham alınan canlılar	Tasarıma dönüştürülen ürünler
Savunma-askeri araç ve gereç	Baykuş Yusufçuk Kedi	Dürbün Teleskop Kamera
Trafik araç ve gereç	Sinek	Kavşak aynası

Tablo 3.9'a göre, öğrenciler baykuş, yusufçuk ve kedi gibi hayvanlardan ilham alarak dürbün, teleskop ve kamera, sinekten ilham alarak ta kavşak aynası modellemişlerdir.

Uygulama süreci tamamlandıktan sonra ön-test olarak uygulanan İMEÜABT, FBDYMÖ ve FBDTÖ öğrencilere son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Nicel veriler toplandıktan sonra deney grubundan belirlenen dokuz öğrenciye ise YYGF uygulanmıştır.

3.5 Verilerin Analizi

3.5.1 Nicel Verilerin Analizi

Ölçme araçlarından elde edilen veriler SPSS programıyla analiz edilmiştir. Öncelikle verilerin normal dağılımına bakılmış ve daha sonra hangi testlerin kullanılacağına karar verilmiştir. Katılımcı sayısı 35'ten az olduğu için araştırmada kullanılan IMEÜABT, FBDYMÖ ve FBDTÖ' den elde edilen verilere normallik testi (Shapiro ve Wilk, 1965) uygulanmıştır. Tablo 3.10'da elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3.10 Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

Test/Ölçek	Grup	N	p
IMEÜABT			
Ön-test	Deney	17	0,394
	Kontrol	19	0,308
Son-test	Deney	19	0,111
	Kontrol	19	0,132
FBDYMÖ			
Ön-test	Deney	18	0,825
	Kontrol	18	0,136
Son-test	Deney	18	0,506
	Kontrol	18	0,681
FBDTÖ			
Ön-test	Deney	19	0,413
	Kontrol	20	0,134
Son-test	Deney	21	0,132
	Kontrol	17	0,187

Tablo 3.10 incelendiğinde, tüm değerlerin $p>0,05$ olduğu tespit edilmiş ve test/ölçeklerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bundan dolayı, verilerin analizinde parametrik testlerden bağımlı ya da bağımsız örneklemeler için t-testinden yararlanılmıştır.

3.5.2 Nitel Verilerin Analizi

YYGF'den elde edilen verilerde içerik analizi kullanılmıştır. Bu analizde, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar olarak bir araya getirme vardır. Daha sonra ise, bu kavram ve temalar anlaşılabilir şekilde düzenlenir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Buradan hareketle, araştırmadan elde edilen veriler tema ve kodlara göre düzenlenmiş ve tablolar halinde verilerek bulgular kısmında sunulmuştur. Ayrıca,

öğrencilerin YYGF'deki sorularla ilgili görüşlerinin yer aldığı bazı alıntılar da bulunmaktadır.

3.5.3 Geçerlik ve Güvenirlik

Geçerlik ve güvenirlik kavramları nitel ve nicel araştırmalarda farklılık göstermektedir. Nitel araştırmalarda elde edilen bulguların güvenirliğini artırmak için araştırmacılar çeşitli stratejiler kullanabilir. Bu tür çalışmalarda, klasik anlamda geçerlik ve güvenirlikten çok inandırıcılık ön plana çıkmaktadır. Guba ve Lincoln (1982)'a göre inandırıcılık; inanırlık, aktarılabirlik, güvenilebilirlik ve onaylanabilirlik olmak üzere dört temel boyutta değerlendirilir. Bunun yanında, bilimsel bir çalışmanın önemli ölçütlerinden birisi de araştırma sonuçlarının inandırıcılığıdır. Nitel çalışmalarda, bulguların inandırıcı olduğunu göstermek için birtakım önlemlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca, araştırma zamanı ve verilerin açık ve ayrıntılı bir şekilde tanımlaması önemlidir. Bunların yanında, örneklem büyüklüğünün uygunluğuna da dikkat edilmelidir (Başkale, 2016). Çalışmada, bu konular göz önünde bulundurularak gerekli kaynaklar incelenmiş ve araştırma sağlam bir kavramsal temele dayandırılmıştır.

YYGF' den elde edilen verilerinin analizinde, araştırmacının yanında alanında uzman bir kişi ile birlikte birbirlerinden bağımsız olarak kodlamalar yapmışlardır. Analiz sonucunda, iki kodlayıcının “*Na* (görüş birliği)” ve “*Nd* (görüş ayrılığı)” sayıları tespit edilmiştir. Bu iki kodlayıcının aralarındaki güvenirliği hesaplamak için aşağıda belirtilen Miles ve Huberman (1994)'ın bağıntısından yararlanılmıştır.

$$P = \frac{Na \text{ (Görüş birliği)}}{Na \text{ (Görüş birliği)} + Nd \text{ (Görüş ayrılığı)}} \times 100 \quad (3.1)$$

Uyum yüzdesinin 85 ve daha büyük olması alanyazında güvenilir olduğu nitelendirilmektedir (Miles vd., 2020). Çalışmada uyum yüzdesi yaklaşık %91 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.11'de gösterildiği gibi, İMEÜABT son-test sonucunda öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak doğru sayısı en fazla olan üç öğrenci yüksek başarı

düzeyle, doğru sayısı ortalarında olan üç öğrenci orta başarı düzeyli ve doğru sayısı daha az olan üç öğrenci ise düşük başarı düzeyli olarak belirlenmiş ve YYGF uygulanmıştır.

Tablo 3.11 YYGF'ye katılan öğrencilerin başarı düzeyleri

Öğrenci	IMEÜABT son-test doğru sayısı	Başarı Düzeyi
Y1	19	Yüksek
Y2	18	Yüksek
Y3	17	Yüksek
O1	13	Orta
O2	12	Orta
O3	10	Orta
D1	8	Düşük
D2	7	Düşük
D3	6	Düşük

Tablo 3.11'e göre, öğrencilerin İMEÜABT son-testte verdikleri doğru cevap sayısı en yüksek 19, en düşük ise 6'dır. 17, 18 ve 19 doğru cevap sayısı yüksek başarı düzeyini, 10, 12 ve 13 doğru cevap sayısı orta başarı düzeyini ve 6, 7 ve 8 doğru cevap sayısı ise düşük başarı düzeyini göstermektedir.

3.6 Etik Hususlar

Uygulamaya başlamadan önce Kastamonu İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün 30.10.2023 tarih ve E-88370380 sayılı yazısı ile EK-A'da gösterilen uygulama izni alınmıştır. Aynı zamanda, EK-B'de gösterilen Kastamonu Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 08.11.2023 tarih ve 12/3 sayılı kararı ile etik izni de alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Birinci Alt Problemle İlgili Bulgular

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilere uygulanan İMEÜABT ön-test verileri, bağımsız örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 İMEÜABT deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	19	6,58	2,29	36	1,165	0,252
Kontrol	19	7,63	2,98			

$p>0,05$; Not: ölçme araçlarının bazılarında ön ve son testlere katılan öğrenci sayılarında azalma olmuştur.

Tablo 4.1’e bakıldığında, deney grubunu oluşturan öğrencilerin İMEÜABT ön-test puan ortalaması $\bar{X}=6,58$ ve $Ss=2,29$ iken, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ise $\bar{X}=7,63$ ve $Ss=2,98$ olduğu görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(36)}=1,165$; $p>0,05$]. Başka bir ifadeyle, uygulama öncesi her iki grupta bulunan öğrencilerin İMEÜ’ye yönelik ön bilgilerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür.

Gruplarda bulunan öğrencilerin İMEÜBAT son-test verileri, bağımsız örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 İMEÜABT deney ve kontrol grubu son-test sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	19	11,89	3,78	36	-2,213	0,033
Kontrol	19	9,21	3,69			

$p<0,05$

Tablo 4.2’ye bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin İMEÜBT son-test puan ortalaması $\bar{X}=11,89$ ve $Ss=3,78$ iken, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin puan ortalaması ise $\bar{X}=9,21$ ve $Ss=3,69$ olduğu görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir [$t_{(36)}= -2,213$;

$p<0,05$]. Uygulama bittikten sonra deney grubundaki öğrencilere ilgili ünite konularının öğretiminde kullanılan biyomimikri destekli etkinliklerle yapılan öğretimin, kontrol grubundaki öğrencilerde kullanılan mevcut öğretim programına kıyasla öğrencilerin akademik başarılarını artırmada önemli bir farklılık oluşturduğu görülmüştür.

Deney grubunda bulunan öğrencilerin İMEÜABT ön-test son-test verileri, bağımlı örneklemeler için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3 İMEÜABT deney grubu ön-test son-test sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	Ön-test	19	6,58	2,29	18	-4,700	0,000
	Son-test	19	11,89	3,78			

$p<0,05$

Tablo 4.3'e bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin İMEÜABT ön-test puan ortalaması $\bar{X}=6,58$ ve $Ss=2,29$ iken, son-test puan ortalaması $\bar{X}=11,89$ ve $Ss=3,78$ olduğu görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin İMEÜBT ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir [$t_{(18)} = -4,700$; $p<0,05$]. Başka bir ifadeyle, uygulama bittikten sonra deney grubunda ilgili ünitenin öğretiminde kullanılan biyomimikri destekli etkinliklerle yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı söylenebilir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin İMEÜABT ön-test ve son-test verileri, bağımlı örneklemeler için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4 İMEÜABT kontrol grubu ön-test son-test sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Kontrol	Ön-test	19	7,63	2,98	18	-1,587	0,130
	Son-test	19	9,21	3,69			

$p>0,05$

Tablo 4.4 incelendiğinde, kontrol grubunu oluşturan öğrencilerin İMEÜBT ön-test puan ortalaması $\bar{X}=7,63$ ve $Ss=2,98$ iken, son-test puan ortalaması $\bar{X}=9,21$ ve $Ss=3,69$ olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin İMEÜBT ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(18)}=18$; $p>0,05$]. Başka bir ifadeyle, kontrol grubunda bulunan öğrencilere ilgili ünitenin konularının öğretiminde kullanılan 2018 FBDÖP'nin akademik başarıyı artırmada istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Ancak, puan ortalamasına bakıldığında son-test puan ortalaması ön-test puan ortalamasından daha yüksek çıkmıştır. Bu da mevcut öğretim programının da başarıyı arttırabileceğini göstermektedir.

4.2 İkinci Alt Problemle İlgili Bulgular

Gruplarda bulunan öğrencilerin FBDYMÖ ön-test verileri, bağımsız örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5 FBDYMÖ deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	18	79,22	12,86	34	-0,258	0,798
Kontrol	18	78,33	6,91			

$p>0,05$

Tablo 4.5'e bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin FBDYMÖ ön-test puan ortalaması $\bar{X}=79,22$ ve $Ss=12,86$ iken, kontrol grubundaki öğrencilerin ise $\bar{X}=78,33$ ve $Ss=6,91$ olduğu görülmektedir. Bu verilere dayalı olarak her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(34)}= -0,258$; $p>0,05$]. Başka bir ifadeyle uygulama öncesi her iki gruptaki öğrencilerin FBD'ne yönelik motivasyonlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Her iki grupta bulunan öğrencilerin FBDYMÖ son-test verileri, bağımsız örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6 FBDYMÖ deney ve kontrol grubu son-test sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	18	84,44	7,41	34	-2,168	0,037
Kontrol	18	78,61	8,67			

$p < 0,05$

Tablo 4.6'ya bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin FBDYMÖ son-test puan ortalaması $\bar{X}=84,44$ ve $Ss=7,41$ iken, kontrol grubundaki öğrencilerin ise $\bar{X}=78,61$ ve $Ss=8,67$ olduğu görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir [$t_{(34)} = -2,168$; $p < 0,05$]. Başka bir ifadeyle, uygulama bittikten sonra deney grubundaki öğrencilere ilgili ünite konuları öğretilirken kullanılan biyomimikri destekli etkinliklerin, kontrol grubunda kullanılan 2018 FBDÖP'ye kıyasla öğrencilerin motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Deney grubunda bulunan öğrencilerin FBDYMÖ ön-test son-test verileri, bağımlı örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 FBDYMÖ deney grubu ön-test son-test sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	Ön-test	18	79,22	12,86	17	-1,535	0,143
	Son-test	18	84,44	7,41			

$p > 0,05$

Tablo 4.7'ye bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin FBDYMÖ ön-test puan ortalaması $\bar{X}=79,22$ ve $Ss=12,86$ iken, son-test puan ortalaması $\bar{X}=84,44$ ve $Ss=7,41$ olduğu görülmektedir. Bu verilere dayalı olarak deney grubu öğrencilerinin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(17)} = -1,535$; $p > 0,05$]. Ancak, anlamlı bir farklılık oluşmasa da son-test puan ortalamasının, ön-test puan ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kontrol grubunu oluşturan öğrencilerinin FBDYMÖ ön-test son-test verileri, bağımlı örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8 FBDYMÖ kontrol grubu ön-test son-test sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Kontrol	Ön-test	18	78,33	6,91	17	-0,111	0,913
	Son-test	18	78,61	8,67			

$p>0,05$

Tablo 4.8'e bakıldığında, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin FBDYMÖ ön-test puan ortalaması $\bar{X}=78,33$ ve $Ss=6,91$ iken, son-test puan ortalaması $\bar{X}=78,61$ ve $Ss=8,67$ olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(17)} = -0,111$; $p>0,05$]. Ancak azda olsa son-test puan ortalaması ön-test puan ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir.

4.3 Üçüncü Alt Problemle İlgili Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin FBDTÖ ön-test verileri, bağımsız örneklemeler için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9 FBDTÖ deney ve kontrol grubu ön-test sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	19	37,42	4,41	36	-1,503	0,141
Kontrol	19	37,70	3,53			

$p>0,05$

Tablo 4.9'a bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin FBDTÖ ön-test puan ortalaması $\bar{X}=37,42$ ve $Ss=4,41$ iken, kontrol grubundaki öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=37,70$ ve $Ss=3,53$ olduğu görülmektedir. Bu da, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermektedir [$t_{(36)} = -1,503$; $p>0,05$]. Uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin FBD'ne karşı tutumlarının birbirine yakın olduğu söylenebilir.

Gruplarda bulunan öğrencilerin FBDTÖ son-test verileri, bağımsız örneklemeler için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10 FBDTÖ deney ve kontrol grubu son-test sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	19	37,95	3,41	36	1,047	0,302
Kontrol	19	37,05	3,00			

$p>0,05$

Tablo 4.10'a bakıldığında, deney grubunda bulunan öğrencilerin FBDTÖ son-test puan ortalaması $\bar{X}=37,95$ ve $Ss=3,41$ iken, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ise son-test puan ortalaması $\bar{X}=37,05$ ve $Ss=3,00$ olduğu görülmektedir. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(36)}=1,047$; $p>0,05$]. Bu sonuç, uygulama bittikten sonra deney grubunda ilgili ünitenin öğretilmesinde kullanılan biyomimikri temelli etkinliklerin, kontrol grubunda kullanılan 2018 FBDÖP'ye göre deney grubundaki öğrencilerin derse karşı tutumlarını değiştirmedini göstermektedir.

Deney grubunu oluşturan öğrencilerin FBDTÖ ön-test son-test verileri, bağımlı örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11 FBDTÖ deney grubu ön-test son-test sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	Ön-test	19	37,42	4,41	18	1,301	0,210
	Son-test	19	37,95	3,41			

$p>0,05$

Tablo 4.11 incelendiğinde, deney grubunu oluşturan öğrencilerin FBDTÖ ön-test puan ortalaması $\bar{X}=37,42$ ve $Ss=4,41$ iken, son-test puan ortalaması $\bar{X}=37,95$ ve $Ss=3,41$ olduğu görülmektedir. Buna göre, deney grubu ön-test ve son-test verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(18)}=1,301$; $p>0,05$]. Uygulama sonunda deney grubundaki öğrencilere İMEÜ ilgili kazanımlarının öğretilmesinde kullanılan biyomimikri destekli öğretimin öğrencilerin derse karşı tutumlarını değiştirmedini söylenebilir.

Kontrol grubu öğrencilerinin FBDTÖ ön-test son-test verileri, bağımlı örneklem için t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12 FBDTÖ kontrol grubu ön-test son-test sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Kontrol	Ön-test	19	37,70	3,53	18	-1,876	0,079
	Son-test	19	37,05	3,00			

$p>0,05$

Tablo 4.12’ye bakıldığında, kontrol grubu öğrencilerinin FBDTÖ ön-test puan ortalaması $\bar{X}=37,70$ ve $Ss=3,53$ iken, son-test puan ortalaması $\bar{X}=37,05$ ve $Ss=3,00$ olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ön-test ve son-test verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(18)}=-1,876$; $p>0,05$]. Kontrol grubunda ilgili ünitenin öğretiminde yararlanılan 2018 FBDÖP’nin öğrencilerin derse karşı tutumlarını değiştirmedeği söylenebilir.

4.4 Dördüncü Alt Problemle İlgili Bulgular

Biyomimikri temelli etkinlikler hakkında öğrenci görüşlerinin alınması ile ilgili deney grubundaki dokuz öğrenciye görüşme formu uygulanmıştır. YYGF’de öğrencilere ilk soru olarak “*Teknoloji kelimesini duyduğunuzda aklınıza gelen ifadeler nelerdir? Açıklayınız.*” sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.13’te verilmiştir.

Tablo 4.13 Teknoloji kelimesiyle ilgili öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
Teknoloji	Bilgisayar	8
	Cep telefonu	7
	Tablet	5
	İnternet	2
	Araba	2
	Televizyon	1
	Yenilik	1
	Gelecek	1
	Bağımlılık	1
	Bilim	1
	Motosiklet	1
	Akıllı tahta	1
	Post cihazı	1
	Elektronik aletler	1

Tablo 4.13’e göre, teknoloji kelimesiyle ilgili öğrenci görüşlerine ait 14 adet kod belirlenmiştir. Sekiz öğrenci bilgisayar, yedi öğrenci cep telefonu, beş öğrenci ise tablet ifadelerini kullanmışlardır. İkişer öğrenci internet ve araba ifadelerini

belirtmişlerdir. Birer öğrenci ise televizyon, yenilik, gelecek, bağımlılık, bilim, motosiklet, akıllı tahta, post cihazı ve elektronik aletler ifadelerini kullanmışlardır. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y1 “Benim aklıma bilgisayar, cep telefonu, yenilik ve gelecek ifadeleri geliyor.”

O2 “Telefon, tablet, araba ve motosiklet.”

D3 “Bilgisayarlar, elektronik aletler.”

YYGF’de öğrencilere ikinci soru olarak “Fen bilimleri dersinin mühendislik ve teknoloji alanlarına etkisi hakkında neler düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.14’te gösterilmiştir.

Tablo 4.14 Fen bilimleri dersinin mühendislik ve teknoloji alanlarına etkisine yönelik öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
Fen bilimleri dersinin mühendislik ve teknoloji alanlarına etkisi	Olumlu	6
	İlgi çekici	1
	İleri seviye	1
	Merak uyandırıcı	1
	Katkı vermesi	1
	Daha iyi anlama	1

Tablo 4.14’e göre, fen bilimleri dersinin mühendislik ve teknoloji alanlarına yönelik öğrenci görüşleriyle ilgili altı adet kod belirlenmiştir. Altı öğrenci olumlu ifadelerini kullanmışlardır. Birer öğrenci ise ilgi çekici, ileri seviye, merak uyandırıcı, katkı vermesi ve daha iyi anlama ifadelerini kullanmışlardır. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y2 “İlgi çekici hale getirmiştir.”

O1 “Fen dersine bence olumlu etkisi vardır”

D3 “Daha iyi anlamama sebep oluyor.”

YYGF’de öğrencilere üçüncü soru olarak “Çevrenizdeki canlıları düşündüğünüzde bu canlıların insanların hayal gücü ve yaratıcılıkları üzerindeki etkileri hakkında neler

söyleyebilirsiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.15’te gösterilmiştir.

Tablo 4.15 Çevrelerindeki canlıların insanların hayal gücü ve yaratıcılıklarına etkisine yönelik öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
<i>Canlıların insanların hayal gücü ve yaratıcılıklarına etkisi</i>	Çok etkili	3
	Yaratıcı fikirler	2
	Araç-gereç yapımı	2
	Yeni buluşlar	2
	Yararlı	2
	Teknolojik ürün	1
	Hayal gücünü geliştirme	1

Tablo 4.15’e göre, çevrelerindeki canlıların insanların hayal gücü ve yaratıcılıklarına etkisine yönelik öğrenci görüşleriyle ilgili yedi adet kod belirlenmiştir. Üç öğrenci çok etkili ifadesini kullanmışlardır. İkişer öğrenci yaratıcı fikirler, araç-gereç yapımı, yeni buluşlar ve yararlı, birer öğrenci ise teknolojik ürün ve hayal gücü geliştirme ifadelerini vurgulamışlardır. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y1 “İnsanlar, akıllarına normalde gelmeyen fikirleri çevrelerine bakarak bulabilir”

O1 “İnsanların yeni buluşlar bulmalarında canlıların etkisi olmuştur”

D3 “Daha çok şeyler öğreniriz ve canlıların insanların hayal gücünü geliştirir.”

YYGF’de öğrencilere dördüncü soru olarak “İnsanlar doğadan hangi alanlarda yararlanmaktadır?” sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.16’da gösterilmiştir.

Tablo 4.16 İnsanların doğadan yararlanma alanlarına yönelik öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
<i>İnsanların doğadan yararlanması</i>	Teknoloji	5
	Yaşamları için kullanma	5
	Yaşamlarını kolaylaştırma	4
	İcat yapma	3
	Araç-gereç yapımı	2

Tablo 4.16'ya göre, insanların doğadan yararlanma alanlarına yönelik öğrenci görüşleriyle ilgili beş adet kod belirlenmiştir. Beşer öğrenci teknoloji ve yaşamları için kullanma ifadelerini belirtirken, dört öğrenci yaşamlarını kolaylaştırma, üç öğrenci icat yapma, iki öğrenci ise araç-gereç yapımı ifadelerini kullanmışlardır. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y1 *“İnsanlar doğadan icat yapmak ve yaşamlarını kolaylaştırmak amacıyla yararlanırlar.”*

O1 *“Hayvanlar ve bitkilerden yararlanarak araç-gereç yapmışlardır. Örnek olarak yusuğuk böceğinden helikopter yapmak.”*

D3 *“Canlılardan, bitkilerden araç-gereç yapmak için yararlanırsınız.”*

YYGF’de öğrencilere beşinci soru olarak *“Doğanın ve doğadaki canlıların özelliklerinden ilham alınmasının teknolojiye etkileri hakkında neler söyleyebilirsiniz?”* sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17 Doğanın ve doğadaki canlıların özelliklerinden ilham alınmasının teknolojiye etkileri hakkında öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
<i>Doğanın ve canlıların özelliklerinden ilham alınmasının teknolojiye etkileri</i>	Yeni icatlar	7
	Çabuk üretim	2
	Teknolojinin gelişmesi	2
	Yaşantıyı kolaylaştırma	1

Tablo 4.17’ye göre, doğanın ve doğadaki canlıların özelliklerinden ilham alınmasının teknolojiye etkileri hakkında öğrenci görüşleriyle ilgili dört adet kod belirlenmiştir. Yedi öğrenci yeni icatlar ifadesini kullanırken, ikişer öğrenci çabuk üretim ve teknolojinin gelişmesi, bir öğrenci ise yaşantıyı kolaylaştırma ifadelerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y1 *“Yeni fikirler daha çabuk üretilir ve yaşamlarımızı olumlu yönde etkileyecek icatlar üretilir.”*

O2 “Çevredeki canlıların değişik özelliklerinden yararlanarak farklı icatlarda bulunulur.”

D1 “Teknolojiyi geliştirebilir.”

YYGF’de altıncı soru olarak “Biyomimikri ile hazırlanmış etkinlikler ve bu etkinliklerin dersinizde kullanılmasının öğrenmenizi ne ölçüde etkilediği hakkında neler düşünüyorsunuz?” sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.18’de gösterilmiştir.

Tablo 4.18 Biyomimikriye göre hazırlanmış etkinliklerin fen bilimleri dersini öğrenmeyle ilgili öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
Biyomimikriye göre hazırlanmış etkinliklerin fen bilimleri dersini öğrenmeye etkisi	Olumlu	7
	Daha iyi öğrenme	6
	Görsel ve şekil kullanımı	1
	Karışıklığın önlenmesi	1
	Çok az	1

Tablo 4.18’e göre, biyomimikriye göre hazırlanmış etkinliklerin FBD’yi öğrenmeyle ilgili öğrenci görüşlerine ait beş adet kod belirlenmiştir. Yedi öğrenci olumlu ifadesini kullanırken, altı öğrenci daha iyi öğrenme, birer öğrenci ise görsel ve şekil kullanımı, karışıklığın önlenmesi ve çok az ifadelerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y3 “Konuları daha iyi anlamamızı sağlar.”

O2 “Konuyu daha iyi anlamamızı sağlar, karışıklık yaşanmasını önler.”

D3 “Daha iyi anlayabildim.”

YYGF’de yedinci soru olarak “Doğaya karşı farkındalığınızın değiştiğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız.” sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri Tablo 4.19’da gösterilmiştir.

Tablo 4.19 Doğaya karşı farkındalıklarının değişimine yönelik öğrenci görüşleri

Tema	Kod	N
<i>Doğaya karşı farkındalık</i>	Olumlu	4
	Hayır	4
	Bilgim yok	1

Tablo 4.19'a göre, doğaya karşı farkındalıklarının değişimine yönelik öğrenci görüşleriyle ilgili üç adet kod belirlenmiştir. Dörder öğrenci olumlu ve hayır ifadelerini kullanırken, bir öğrenci bilgim yok ifadesinde bulunmuştur. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnek alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

Y1 “*Bilmiyorum. Farkında değilim.*”

O2 “*Evet düşünüyorum.*”

D2 “*Hayır düşünmüyorum.*”

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, FBD ışığın madde ile etkileşimi ünitesinin biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, motivasyon ve tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın bir diğer amacı ise, derslerinde biyomimikri etkinliklerini kullanan öğrencilerin bu etkinliklere ve derse ilişkin görüşlerinin alınmasıdır. Bu amaçlar doğrultusunda, kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara ilişkin sonuç ve tartışmalar sunulmuştur.

5.1.1 İMEÜABT'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin İMEÜ'ye ait ön bilgilerini belirlemek amacıyla İMEÜABT ön-test olarak uygulanmış ve sonuçlara göre, gruplar arasında akademik başarı puanları arasından anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Diğer bir ifadeyle, uygulamaya başlamadan önce gruplardaki öğrencilerin İMEÜ'ye ait ön bilgilerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Uygulama bittikten sonra ise uygulanan İMEÜABT son-testten elde edilen sonuçlara göre, gruplar arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Diğer bir ifadeyle, biyomimikri ile tasarlanan etkinliklerle yapılan öğretimin deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarını, 2018 FBDÖP'ye göre öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarılarına göre arttırdığı söylenebilir.

Her bir grup kendi içerisinde ayrı ayrı incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin son-test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Bu durumda, uygulama sonunda deney grubundaki öğrencilere ilgili ünitenin öğretiminde kullanılan biyomimikri destekli etkinliklerin başarıyı artırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kontrol grubunda ise ön ve son-testler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, puan ortalamalarına bakıldığında son-test puan ortalaması ön-teste göre daha yüksek çıkmıştır. Bu da, anlamlı bir farklılık olmasa da 2018 FBDÖP'ye göre yapılan öğretimin akademik başarıyı arttırdığını göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar alanyazında yer alan bazı çalışmaların sonuçlarıyla da uyumlu olduğu görülmüştür. Dündar (2024) yaptığı çalışmada, okul dışı öğrenme etkinlikleriyle desteklenen biyomimikri uygulamalarının akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Staples (2005) fen bilimleri müfredatında çevre eğitiminde biyomimikri konularının etkinliğini incelediği çalışmada, uygulama sürecinin akademik başarıyı arttırmada olumlu bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Kaya (2022) çalışmada, biyomimikri kullanılarak yapılan STEM eğitime yönelik etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

5.1.2 FBDYMÖ'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilerin FBD'ye yönelik motivasyonlarını ölçmek için kullanılan FBDYMÖ ön-test sonuçlarına göre, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama başlamadan önce deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Uygulamadan sonra ise, gruplara uygulanan FBDYMÖ son-test sonuçlarına göre, gruplar arasında deney grubu öğrencilerinin lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Bu da, deney grubu öğrencilerinin İMEÜ öğretilirken kullanılan biyomimikri destekli etkinliklerin, kontrol grubunda kullanılan 2018 FBDÖP'ye kıyasla motivasyonlarını olumlu olarak etkilediğini göstermiştir.

Ayrıca, her bir grup kendi içerisinde ayrı ayrı incelendiğinde FBDYMÖ ön ve son-teste göre, anlamlı bir farklılığın oluşmadığı görülmüştür. Ancak, kontrol grubuna kıyasla deney grubu FBDYMÖ son-test puan ortalaması ön-testten daha büyük çıkmıştır. Bu sonuç, biyomimikri destekli etkinliklerle yapılan öğretimin öğrencilerin FBD'ye yönelik motivasyonlarını arttırdığını göstermektedir.

Alanyazın taraması sonucunda, bazı çalışmaların bulguları bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Çoban (2019) çalışmada, biyomimikriyi FBD'ye uyarlamış ve araştırmasının sonucunda öğrencilerin derse karşı motivasyonlarının arttığını tespit

etmiştir. Walker vd. (2016) yaptıkları çalışmalarında, biyomimikriye yönelik etkinliklerin öğrencilerin derse istekli ve aktif olarak katıldıklarını belirtmişlerdir.

5.1.3 FBDTÖ'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin derse karşı tutumlarını belirlemek için kullanılan FBDTÖ ön-test sonuçlarına göre, puan ortalamalarında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Bu da, gruplardaki öğrencilerin derse karşı tutumlarının birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Uygulama sonrasında ise, FBDTÖ son-test puanlarına göre yine iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Buradan hareketle, ilgili ünite konularına yönelik biyomimikriyi kullanarak tasarım yapma, açıklama yazma ve model oluşturma süreçlerinin deney grubundaki öğrencileri biraz zorlamış olduğu düşünülebilir.

Ayrıca, her bir grup kendi içerisinde ayrı ayrı incelendiğinde, FBDTÖ ön ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu sonuçtan hareketle, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin FBD'ye karşı tutumlarının değişmemesinin sebepleri arasında, ilgili ünite konularının soyut kavramlar içermesi ve konuları öğrenmede biraz zorlanmaları olabilir. Ancak, alanyazın taramasında bu sonucun aksine biyomimikri etkinliklerinin öğrencilerin derse karşı tutumlarını olumlu yönde geliştiren bir çalışma Ülbeği-Ülker (2023) tarafından yapılmış ve araştırmasının sonucunda, biyomimikri ile STEM eğitimi uygulamasının öğrencilerin FBD'ye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Bu çalışmada tutumun olumlu yönde gelişmesinde STEM'in etkisi de olmuş olabilir.

5.1.4 YYGF'den Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmanın bu kısımda, biyomimikri ile geliştirilen etkinliklerle destekli öğretimin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin arasından seçilen dokuz öğrencinin biyomimikri temelli etkinliklere ve derse ilişkin görüşlerinin alınmasına yönelik uygulanan YYGF'den elde edilen sonuçlara ve benzer çalışmalarla ilişkilendirilerek tartışılmasına yer verilmiştir.

YYGF'den elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin teknoloji kelimesiyle ilgili tablet, bilgisayar, cep telefonu gibi günlük hayatta daha fazla etkileşim halinde oldukları elektronik aletlerin akıllarına geldiğini ifade etmişlerdir. Öğrenciler teknoloji kelimesini yenilik ve gelecek olarak algılamışlar ve FBD'nin teknoloji ve mühendisliği olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Çevrelerindeki canlıların hayal gücü ve yaratıcılıklarını çok etkilediğini belirtmişlerdir. İnsanların akıllarına normalde gelmeyen fikirleri çevrelerine bakarak bulabileceklerini, daha çok şeyler öğrenebileceklerini ve canlıların insanların hayal gücünü geliştirebileceğini belirtmişlerdir.

YYGF sonucunda öğrenciler, insanların doğadan teknoloji ve yaşamlarını kolaylaştırma gibi alanlardan yararlandıklarını ifade etmişlerdir. Doğadaki canlılardan ilham alınmasının yeni icatlar üretme konusunda teknolojiyi etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu canlıların değişik özelliklerinden yararlanılmasının insanların yaşantısını kolaylaştıracak farklı buluşların olabileceğinden bahsetmişlerdir. Biyomimikri temelli hazırlanmış etkinliklerin FBD'yi öğrenmelerini kolaylaştırdığını, daha iyi öğrendiklerini ve kavramlar arasında karışıklık yaşamadıklarını ifade etmişlerdir. Bunun yanında, biyomimikriye göre geliştirilen etkinliklerle destekli öğretimin fen öğrenmeye etkisinin çok az olduğu yönünde bir öğrenci görüşü belirtmiştir. Buradan da bu öğrencinin etkinlik yaparken biraz zorlandığı ve dersi öğrenmeye istekli olmadığı söylenebilir. Ancak genel olarak bakıldığında deney grubundan seçilen dokuz öğrencinin yaklaşık %78'i biyomimikri etkinliklerinin ilgili ünite konularını öğrenmelerine olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştir.

YYGF'den elde edilen bir diğer sonuç ise, deney grubundan seçilen dokuz öğrencinin yaklaşık %44'ü doğaya karşı farkındalıklarının olumlu yönde değiştiğini, aynı oranda da öğrenci değişmediğini belirtmiştir. Bir öğrenci ise bu konuda bilgisinin olmadığını ifade etmiştir. Buradan da, deney grubundan seçilen dokuz öğrencinin biyomimikri hakkında, çevrelerindeki canlıları ve bu canlılardan nasıl ilham alınabileceği hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları söylenebilir.

Alanyazın taramasında bazı çalışmaların sonuçlarının bu araştırma sonuçlarını desteklediği tespit edilmiştir. Alperen (2020) yaptığı çalışmada, öğrencilerin doğayı

örnek alma, doğadan hayal gücü yönünden faydalanma, doğadan yola çıkarak fikir edinme gibi olumlu görüşlerinin olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, teknoloji ve doğa ilişkisi hakkında öğrencilerin canlılardan örnek alınarak yeni icatlar üretebileceği ve teknolojinin daha fazla gelişebileceği yönünde görüşlerinin olduğunu belirtmiştir. Koşar (2024) çalışmasında, biyomimikri uygulamalarına yönelik sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerini almış ve çalışmasının sonucunda, öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamalarına yönelik olumlu görüşlerinin olduğunu vurgulamıştır. Terzi (2023) çalışmasında, biyomimikri temelli ders planlarının uygulanmasına yönelik öğretmen görüşlerini almış ve çalışmasının sonucunda, öğretmenlerin doğa ile etkileşim, problem çözme, yaratıcı, yansıtıcı ve eleştirel düşünme gibi becerilerin öğrencilerde belirgin bir şekilde arttığını vurgulamıştır. Kandemir vd. (2022) araştırmalarında, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyomimikri örnekleri hakkında görüşlerinin alınmasını amaçlamışlardır. Araştırmalarında, katılımcıların biyomimikri örneklerinden esinlenerek yeni bir ürün tasarlamada veya geliştirmede iyi bir seviyede olduklarını belirtmişlerdir. Doğan-Şafak (2024) çalışmasında, biyomimikri konusunu ve yapılan etkinlikleri öğrencilerin ilgi çekici bulduklarını, doğaya ve teknolojiye karşı olan bakış açılarında da önemli değişikliklerin olduğunu vurgulamıştır.

Sonuç olarak, İMEÜ'nün öğretiminde biyomimikri ile geliştirilen etkinliklerle destekli öğretimin kullanıldığı deney grubunu oluşturan öğrencilerin akademik başarılarının ve fene yönelik motivasyonlarının olumlu yönde arttığı belirlenmiştir. Öğrencilerin uygulama süresi boyunca derse aktif olarak katıldıkları, öğretim ortamlarında motivasyonlarının yüksek olduğu ve yaptıkları grup çalışmalarında bireysel olarak sorumluluk aldıkları ve bireysel yeteneklerini geliştirdikleri görülmüştür. Deney grubu öğrencilerinin uygulama boyunca devamlı olarak iletişim içerisinde oldukları ve bu şekildeki gibi uygulamalı çalışmaların onların iletişim becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı belirlenmiştir. Öğrencilerin FBD'ye yönelik tutumlarında ise bir farklılık bulunamamıştır. Bu sonuçtan da, deney grubu öğrencilerinin biyomimikri kavramını daha önce duymadıkları veya doğadaki canlılardan ilham alınabileceği hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları söylenebilir. Deney grubundan seçilen dokuz öğrenci yapılan biyomimikri etkinliklerine yönelik olumlu yönde görüşlerinin olduğunu, biyomimikriye dayalı etkinlikler yaparak ve model oluşturarak konuları daha iyi öğrendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu öğrencilerden bir kısmının doğadaki

canlılar hakkındaki farkındalıklarının arttığı ve bu canlıların teknolojiyle ilişkilerinin daha iyi anlaşıldığı belirlenmiştir.

5.2 Öneriler

Araştırma bulguları doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre, çalışmanın katılımcıları olan ortaokul öğrencilerinin biyomimikri kavramından daha önce haberdar olmadıkları anlaşılmıştır. Bundan dolayı da bu kavramın daha ilgi çekici hale getirilmesi ve FBD’de kullanımının yaygınlaştırılması önerilir.

Doğanın her konuda ilham kaynağı olduğu, biyomimikrinin de doğadan esinlenerek yenilikçi fikirler geliştirmeye teşvik ettiği vurgulanarak, öğrencilerin biyomimikri kavramı hakkında daha çok bilgi sahibi olması sağlanabilir. Bu da öğrencilerin doğayı daha dikkatli gözlemlmelerine imkan tanıyabilir.

Bu araştırma, İMEÜ ile yapılmıştır. Fen öğretiminde biyomimikri temelli uygulamalar başka ünite konularının öğretiminde de kullanılabilir.

Bu araştırma 7. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Biyomimikri temelli uygulamaların etkililiğinin belirlenebilmesi için farklı sınıf seviyelerinde de yapılması önerilir.

Biyomimikri temelli uygulamaların yapılabilmesi için öğrencilerin yaşadıkları çevreyi tanımaları ve çevredeki canlılara farklı bakış açılarının kazandırılması gerekebilir. Bundan dolayı öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamları olarak hayvanat bahçelerine, bilim merkezlerine, kamplara ve benzeri yerlere götürülmesi uygun olabilir.

Özellikle geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının biyomimikri hakkında daha detaylı bilgi öğrenmeleri için lisans derslerine seçmeli ders olarak eklenebilir.

Bu araştırmada, ortaokul ğrencilerinin biyomimikri hakkında görüşleri alınmıştır. Yapılacak diğerk çalışmalarda ğretmen adaylarının ve öğretmenlerin görüşleri alınarak biyomimikrinin daha çok tanınması ve uygulanması sağlanabilir.



KAYNAKLAR

- Alawad, A. A., & Mahgoub, Y. M. (2014). The impact of teaching biomimicry to enhance thinking skills for students of art education in higher education. In *International Teacher Education Conference* (pp. 263-268).
- Alperen, N. F. (2020). Ortaokul 5. sınıf bilim uygulamaları dersine yönelik STEM temelli bir öğretim tasarımı: Doğadan ilham alan teknolojiler. Yüksek Lisans Tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Rize.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233.
- Aydın, D. (2023). Biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerileri ve tasarımları üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Düzce Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü*, Düzce.
- Aydın, D., & Bilir, V. (2023). Fen eğitiminde biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisinin incelenmesi. IX. *Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi*, 18, 79.
- Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 1-21.
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *E-Journal of Dokuz Eylül University Nursing Faculty*, 9(1), 23-28.
- Benyus, J. (1997). *Innovation Inspired By Nature: Biomimicry*. New York: William Morrow & Co.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Veri analizi el kitabı* (15. Baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Çoban, M. (2019). *Integration of biomimicry into science education*. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (3. Baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Dede, Y., & Yaman, S. (2008). Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-37.

- Doğan-Şafak, C. (2024). FETEMM yaklaşımıyla hazırlanan biyomimikri etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin fen ilgilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Dündar, Ö. (2024). Okul dışı öğrenme etkinlikleri destekli biyomimikri uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, *Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Amasya.
- Erdal, O. (2024). Doğadan ilham: Biyomimikri ve seramik sanatının sentezi. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 14(4), 887-901.
- Eryılmaz, H. (2015). Biyomimikri ve ergonomi: Tasarımda doğadan yenilikçi ilham. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Fıstıkçı, K. N., & Gündüz, E. (2021). Biyomimikri ve mekânsal tasarımdaki yeri. *Inonu University Journal of Art and Design*, 11(24), 17-32.
- 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.
- Genç, M. (2013). Doğa, sanat ve biyomimetik bilim. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü*, Ankara.
- Gökgöz, T. (2022). Öğretmen adaylarının dolaşım sistemi konusu ile ilgili biyomimikri tasarımlarının analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *Educational Communication and Technology Journal*, 30 (4), 233-252.
- Güney, S. Y. (2019). İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde öykü temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarı, öğrenmenin kalıcılığı ve derse ilişkin tutumlar üzerindeki etkisi. Doktora Tezi, *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Hasançebi, B., Tezi, Y., & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 224-240.
- İleritürk, İ. (2016). Mimarlık eğitiminde doğa ile ilişki bağlamında biyomimikri. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- İnner, S. (2019). Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Tasarım Enformatiği*, 1(1), 15-29.
- İstanbuloğlu, B. (2014). Bilgisayar destekli 5E öğrenme halkası modelinin öğrenci başarısı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale.

- Kandemir, N., Değirmenci, S., & Coşgun, M. A. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 7(1), 25-43.
- Karabetça, A. R. (2016). Biyomimikri destekli mekân tasarımı ölçütleri ve bu ölçütlerin örnekler üzerinde incelenmesi. Doktora Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü*, İstanbul.
- Karabetça, A. R. (2018). Biyomimikri destekli tasarım ölçütleri ile yenilikçi mekanlar yaratılması. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 8(1), 104-111.
- Kavak, N., Tufan, Y., & Demirelli, H. (2006). Fen-teknoloji okuryazarlığı ve informal fen eğitimi: gazetelerin potansiyel rolü. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 17-28.
- Kaya, Ş. (2022). Biyomimikri uygulamalarının kullanıldığı STEM eğitime yönelik hazırlanmış etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık becerilerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Adana.
- Kennedy, S. (2004). *Biomimicry/Biomimetics: General Principles And Practical Examples*. The Science Creative Quarterly, 8.
- Keskin, S., & Yavuz, A. (2019). Biyomimikri yöntemiyle tasarlanmış bir yaşam alanı: Salyangoz barınağı. *SETSCI Conference Proceedings*, 19(21), 88-93.
- Kılıç, B. (2022). Biyomimikri nedir? Gerçek hayattan biyomimikri örnekleri. <https://www.plumemag.com/biyomimikri-nedir-gercek-hayattanbiyomimikri-ornekleri/>. Erişim Tarihi: 30.01.2025.
- Kılıç, İ., Ünal, T., & Ergin, D. Y. (2015). Günlük yaşamdaki fen olaylarının bilgi temelli yaklaşım düzeylerinin toplumsal bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 121-137.
- Kılınç, A. (2014). Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Koşar, B. (2024). Sınıf öğretmeni adaylarının fen bilimleri ders planlarına biyomimikrinin etkisi ve biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Küçük, T. (2014). Işık ünitesinde simülasyon yönteminin kullanılmasının öğrencilerin fen başarısına ve fen tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale.
- McGregor, S., L., T., (2013). Transdisciplinarity and biomimicry. *Transdisciplinary Journal of Engineering and Science*, 4, 57-65.

- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). *Research in Education. Evidence-based Inquiry* (6th Edition). Boston, MA: Pearson.
- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı* (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), Ankara.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks: California, Sage Publication Ltd.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th Edition). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc.
- Namlı, M. (2018). Bilgisayar destekli öğretim ve gezi gözlem tekniğinin ışık ünitesinin öğretiminde kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- Nuhoğlu, H. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersine yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 7(3), 627-639.
- Sanne, F., Risheim, I., & Impelluso, T. (2019). Inspiring engineering in the K-12: biomimicry as a bridge between math and biology. *Proceedings of the ASME 2019 International Mechanical Engineering & Exposition*. Bergen, Norway, 8 - 14 November 2019.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (Complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Soja, C. M. (2014). A field-based biomimicry exercise helps students discover connections among biodiversity, form and function, and species conservation during earth's sixth extinction. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 679-690.
- Söyleyici, H. (2018). Probleme dayalı öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve başarılarına etkisinin incelenmesi: Işık Ünitesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- Staples, H. (2005). The integration of biomimicry as a solution-oriented approach to the environmental science curriculum for high school students. *Biomimicry in Environmental Education*, 1-72.
- Sürgü, B. (2022). 8. sınıf teknoloji ve tasarım dersinde biyotaklit uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır.
- Tekgül-Öztürk, D. (2022). *Teknoloji ve tasarım dersi 8. sınıf*. Ankara: Karaca Yayıncılık.
- Temiz, B. K. (2010). The importance of the item's contents at assessment of the science process skills. *Education Sciences*, 5(2), 614-628.

- Terzi, S. Y. (2023). İlkokul 3. ve 4. sınıf öğrencilerine yönelik geliştirilen biyomimikri temelli ders planlarının uygulanmasına yönelik öğretmen görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ordu.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- URL-1 (2023). https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_bio_lesson05_activity1. Erişim Tarihi: 24.08.2023.
- URL-2 (2025). <https://www.biomimicry.net/>. Erişim Tarihi: 22.02.2025.
- URL-3 (2025). <https://www.gelisenbeyin.net/biyotaklit-ornekleri.html>. Erişim Tarihi: 01.02.2025.
- URL-4 (2025). <https://biyomimikriturkiye.blogspot.com/2020/06/kelebek-kanatlar-yeni-gunes.html>. Erişim Tarihi: 12.02.2025.
- URL-5 (2025). <https://shiftdelete.net/biyomimikri-doga-gunumuz-teknolojisine-nasil-ilham-verdi>. Erişim Tarihi: 12.02.2025.
- URL-6 (2025). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Durian>. Erişim Tarihi: 12.02.2025.
- URL-7 (2025). <https://www.piyon.co/sayi-7/biyomimikri-malzeme-teknolojileri/>. Erişim Tarihi: 12/02/2025.
- Ülbeği-Ülker, M. (2023). Biyomimikri ile STEM eğitimi yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumları, bilimsel yaratıcılık becerileri ve fen bilimleri dersine karşı olan tutumları üzerine etkisinin incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kars.
- Vasinayanuwatana, T., & Plianram, S. (2023). Biomimicry in STEM education: Case study of developing pre-service biology teachers' integrative teaching competence. *Research in Integrated STEM Education*, 1(2), 316-340.
- Velioğlu, D., & Yakışan, M. (2022). Determination of the biomimicry perceptions of middle school 7th grade students through drawings. *Kastamonu Education Journal*, 30(1), 120-129.
- Volstad, N. L., & Boks, C. (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*, 20, 189-199.
- Walker, C., Ethington, R. L., & Stark, A. Y. (2016). Who is your champion?: A close look at how plant and animal structures can help solve a problem. *Science and Children*, 53(9), 39-45.
- Yakışan, M., & Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 727-753.

- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. 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.
- Yıldız, A. (2023). Biyomimikri ile bütünleştirilmiş e-STEM modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Zhu, C., & Kalpwijk, R. M. (2022). Scaffolding pupils' spatial thinking through design: A biomimicry project for the primary classroom. D. Gill, J. Tuff, T. Kennedy, S. Jamil, & S. Pendergast içinde, *PATT 39 On the Edge Proceedings: Designing A Better World Through Technological Literacy for All* (s. 142-154). Newfoundland, Canada.



EKLER

EK A. Kastamonu Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama Onayı



T.C.
KASTAMONU VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-84616369-44-88370380
Konu : Araştırma İzni (Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU)

30/10/2023

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarihli ve 1563890 (Genelge No:2020/2) sayılı emirleri.
b) Kastamonu Üniversitesinin 13/10/2023 tarih ve 23000112690 sayılı yazısı.

Kastamonu Üniversitesinin ilgi (b) tarih ve sayılı yazısına istinaden Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU'nun hazırlamış olduğu "Doğadan Esinlenen Tasarımların Fen Bilimleri Dersinde Uygulanması ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi: Biyomimikri Öğretim Yaklaşımı" konulu araştırma çalışmasını İlimiz Seydiler İlçesi Şehit Şerife Bacı Ortaokulundaki öğrencilere uygulanması ile ilgili İnceleme ve Değerlendirme Komisyon Kararı ilişikte sunulmuştur.

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU'nun hazırlamış olduğu "Doğadan Esinlenen Tasarımların Fen Bilimleri Dersinde Uygulanması ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi: Biyomimikri Öğretim Yaklaşımı" konulu araştırma çalışmasını İlimiz Seydiler İlçesi Şehit Şerife Bacı Ortaokulundaki öğrencilere 2023-2024 eğitim öğretim yılında gönüllülük esasına göre kurumun eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmadan uygulanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde Ohurlarınıza arz ederim.

Hasan GÜMÜŞ
İl Milli Eğitim Müdürü

OLUR
Aydın ERGÜN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Akseki Mah.Yalçın Cad.12/1 37100 Merkez KASTAMONU

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.meb.gov.tr/meb-elbya>

Telefon No : 0 (366) 290 37 00

Bilgi için: Lutfiye ÇALIŞKAN

E-Posta:

İnternet Adresi: www.kastamonumeb.gov.tr

Uyruan : Memur

Kapı Adresi : mebu@kaf1.kap.tr

Faksa:3662903709

Bu elektronik belge güvenli imza ile imzalanmıştır. İmza : (www.kastamonumeb.gov.tr adresinden: 5178-5n42-3aha-8128-737b) kasta ile verit otomatik



EK B. Etik Kurul İzni



T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırmalar ve
Yayın Etiği Kurulu

TOPLANTI SAYISI
12

KARAR SAYISI
3

TOPLANTI TARİHİ
8.11.2023

DAĞITIM YERLERİNE

Eğitim Fakültesi'nde Öğretim Üyesi olarak görev yapan Prof. Dr. Abdullah AYDIN'ın yardımcı araştırmacı, Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU'nun sorumlu araştırmacı olarak yapmayı planladıkları **"Doğadan Esinlenen Tasarımların Fen Bilimleri Dersinde Uygulanması ve Etkiliğinin Değerlendirilmesi: Biyomimikri Öğretim Yaklaşımı"** isimli çalışmasıyla yapacağı **"Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği"**, **"Fen Bilimleri Dersi Motivasyon Ölçeği"** ve **"Mülakat"**; Kurulumuzca uygun bulunmuştur.

Bu bilgiler ışığında; onam formlarının gönüllülere imzalatılarak gerekli bilgilendirmelerin yapılması, veri toplama araçlarının (anket, ölçek, mülakat,...) uygulama izninin gerekli kurumlardan alınması, çalışmada kullanılacak olan veri toplama araçlarını geliştiren kişilerden müsaadelerinin alınmış olması, çalışmada ses/görüntü kaydı alınacaksa katılımcılardan gerekli izinlerin alınması, veri toplamaya etik kurul kararından sonra başlanması ve etik davranış ilkelerine uyulması şartıyla söz konusu araştırmanın yapılması Etik Kurulumuzca uygun görülmüş ve onaylanmasına toplantıya katılan üyelerin oybirliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Muharrem ÇETİN
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Yavuz UNAT
Başkan Yardımcısı

Prof. Dr. Kutay OKTAY
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Eyüp AKMAN
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Burhan BALTACI
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Serkan DİLEK
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Kurul Üyesi

DAĞITIM LİSTESİ

Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kuruluna
Sayın Prof. Dr. Abdullah AYDIN

Bölge Değerlendirme Kodu: AJ10B117

Bu belge, güvenli elektronik imza ile onaylanmıştır.

Bölge Tutarlı Adresi: www.kastamonu.edu.tr/belgegizlenimleri

Adresi: Kastamonu Üniversitesi Rektörlüğü, Konyaaltı Kampüsü, Merkez Kastamonu

Etiler No:

Sesli Dergi

Telefon No: (0 366) 380 1000

Faks No: (0 366) 380 11 30

e-Posta:

İnternet Adresi: www.kastamonu.edu.tr

Telefon No:

(0 366) 380 1000 - 1144

Kayıt Adresi: www.kastamonu.edu.tr/belgegizlenimleri



EK C. İMEÜABT

Sevgili öğrenciler,

Aşağıda size verilen sorular “Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesi” ile ilgili bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sorulara vereceğiniz cevaplar sadece yürütülen araştırmada kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Sonuçlar araştırmacılar tarafından gizli tutulacaktır. Sizlerden beklenen testteki tüm soruları dikkatlice okuyarak işaretlemenizdir.

Yapmakta olduğumuz araştırmanın amacına ulaşabilmesi için en büyük katkısı sizler sağlayacaksınız. Soruların cevaplandırılmasına ayıracağınız zaman, göstereceğiniz samimiyet, ilgi ve yardımlarınız için teşekkür ederiz...

- Bu test, çoktan seçmeli 22 sorudan oluşmaktadır.
- Her bir soru 4 seçenek içermektedir.
- Her sorunun yalnızca bir doğru cevabı vardır.
- Cevaplarınızı testin sonunda bulunan cevap anahtarına işaretlemenizi rica ederiz.
- Testin cevaplanması için tavsiye edilen süre bir ders saati dir.

Gülsüm ÇALIKIRANOĞLU
Yüksek Lisans Öğrencisi

Prof. Dr. Abdullah AYDIN
Tez Danışmanı



EK C'nin devamı

IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİ AKADEMİK BAŞARI TESTİ

1. İçinde sıcaklıkları 5°C ' de ve eşit miktarlarda su bulunan özdeş kapalı kaplardan biri beyaz, diğeri ise siyah renge boyanarak güneş ışığı alan bir yere konuluyor. Yarım saat sonra beyaz kaptaki suyun sıcaklığı 7°C , siyah kaptaki suyun sıcaklığı ise 9°C olarak ölçülüyor.

Buna göre kaplardaki suların son sıcaklıklarının farklı olması aşağıdakilerden hangisi ile açıklanır?

- A) Işığın doğrusal yolla yayılması
- B) Işık enerjisinin ısıya dönüşmesi
- C) Siyah boyanmış cismin ışığı daha çok soğurması
- D) Işığın her ortamda yayılması

2. Günlük yaşamdan verilen aşağıdaki örneklerin hangisi ışığın soğurulması ile ilgili değildir?

- A) Güneş ocağı kullanarak yemek pişirmek
- B) Yazın açık renkli elbiseler giymeyi tercih etmek
- C) Gökkuşağında farklı renklerin gözlemlenmesi
- D) Sıcak bölgelerde evlerin dış cephesini beyaza boyamak

3. Anıl, fen bilimleri dersinde poster hazırlamak için aşağıdaki yazı ve görselleri kullanmaktadır.



Yağ birikintisi



Sabun köpüğü

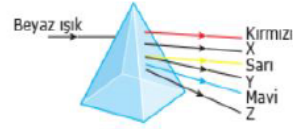


Gökkuşağı

Anıl hazırladığı posterine aşağıdaki başlıklardan hangisini seçmelidir?

- A) Işığın soğurulması
- B) Beyaz ışığın renklerine ayrılması
- C) Parlak yüzeylerde ışığın yansımaları
- D) Işığın kullanım alanları

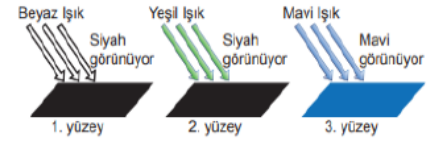
4.



Beyaz ışığın prizmadan geçtikten sonra oluşan renkler yukarıdaki görselde verilmiştir. X,Y ve Z harfleri ile gösterile renkler aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir.

	X	Y	Z
A)	Turuncu	Yeşil	Mor
B)	Lacivert	Mor	Yeşil
C)	Mor	Yeşil	Turuncu
D)	Yeşil	Mor	Turuncu

5. Aşağıda üç farklı yüzeye gönderilen ışınlar ve yüzeylerin görüldüğü renkler verilmiştir.



Buna göre;

- I. 1. yüzeye kırmızı ışık gönderilirse yansıma olmaz.
- II. 2. yüzeye beyaz ışık gönderilirse yansıma olur.
- III. 3. yüzey kırmızı ışığı soğurur.

İfadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve III
- D) II ve III

- 6. 1. Güneş Pilleri
- 2. Radyometre
- 3. Periskop
- 4. Güneş Fırını

Yukarıdakilerden hangisi güneş enerjisinin teknolojik araçlarda uygulanmasına örnek değildir?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

EK C'nin devamı

7.



Görselde verilen güneş panelleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Yüzeylerinin koyu renkli olması güneş ışığının daha fazla soğurulmasını sağlar.
B) Güneş panelleri sayesinde güneş enerjisi diğer enerji türlerine dönüştürülür.
C) Güneş panellerinin çevreye verdiği zarar fosil yakıtlarına göre daha fazladır.
D) Evlerin çatısına yerleştirilen güneş panelleri ile sıcak su ihtiyacı karşılanır.

8. Fen bilimleri öğretmeni öğrencilerine “Çocuklar sizce gelecekte güneş enerjisinden nasıl yararlanabiliriz” sorusunu yöneltmiştir.

ADA: Güneş enerjisi ile hareket eden araçların yaygınlaşması olabilir.

ÇINAR: Elektrikli ev aletlerinin güneş enerjisi ile çalışması, hatta ev prizlerine gelen enerjinin güneşten sağlanması olabilir.

GÜLÇİN: Bilgisayar, tablet, cep telefonu gibi araçların doğrudan güneş enerjisi ile çalışması.

Öğrencilerin vermiş olduğu cevaplardan hangisi ya da hangileri öğretmenin sorusunun cevabı olabilir?

- A) Yalnız Ada
B) Ada, Çınar ve Gülçin
C) Çınar ve Gülçin
D) Ada ve Çınar

9. Günlük yaşamda kullanım alanları verilen bazı ayna çeşitleri ile gösterilmiştir.

 : Diş hekimlerinin diş muayenesinde kullandıkları aletlerde bulunur.

 : Denizaltılarda kullanılan periskoplarda bulunur.

 : Otomobillerin yan aynaları olarak kullanılır.

Buna göre ayna çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A)  Düz  Çukur  Tümsek
B)  Çukur  Tümsek  Düz
C)  Tümsek  Düz  Çukur
D)  Çukur  Düz  Tümsek

10. K, L ve M aynalarında oluşan görüntülerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

K aynası  Cismın görüntüsü ters ve büyüktür

L aynası  Cismın görüntüsü her zaman düz ve küçüktür.

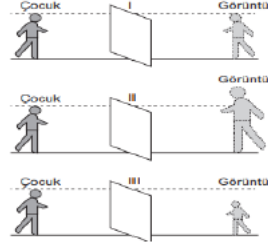
M aynası  Cismın görüntüsü her zaman simetriktir.

Buna göre, aynaların kullanım alanları aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	K	L	M
A)	Kavşak aynası	Diş hekimi aynası	Kuaför aynası
B)	Araba yan aynası	Boy aynası	El feneri
C)	Makyaj aynası	Araba farları	Kavşak aynası
D)	Diş hekimi aynası	Araç altı arama aynası	Boy aynası

EK C'nin devamı

11. Bir çocuk numaralandırılmış farklı aynalara baktığında görüntülerini şekildeki gibi görüyor.



Buna göre I, II ve III numaralı aynalar aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	I	II	III
A)	Düz ayna	Çukur ayna	Tümsek ayna
B)	Tümsek ayna	Çukur ayna	Düz ayna
C)	Düz ayna	Tümsek ayna	Çukur ayna
D)	Çukur ayna	Düz ayna	Tümsek ayna

12.

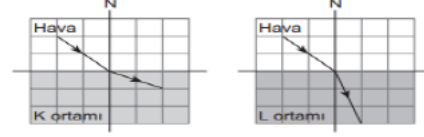


Zeynep 2025 sayısını bir kağıda yazarak düz ayna önüne şekildeki gibi yerleştirmiştir.

Buna göre, bu sayının düz aynadaki görüntüsü aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

- A) 5052 B) 2025
C) 2505 D) 5202

13. Eşit bölmelendirilmiş K ve L ortamlarına hava ortamından gönderilen ışınların izledikleri yollar şekildeki gibidir.



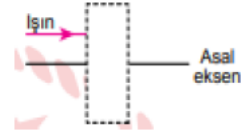
Buna göre,

- Işık, havadan K ortamına geçtiğinde kırılır.
- Işık, havadan L ortamına geçtiğinde kırılır.
- K ve L aynı ortamlardır.

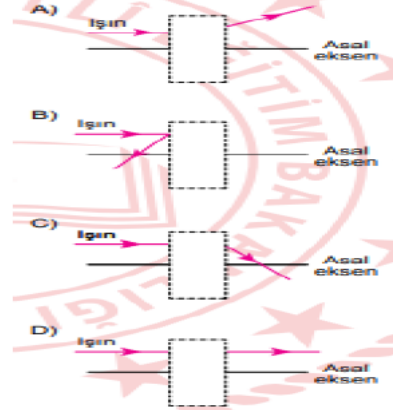
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve II D) II ve III

14. Bir ışık, şekilde kesik çizgilerle gösterilen bölgede bulunan hava ortamındaki bir merceğe gönderilmektedir. Merceğin asal eksenine paralel olarak gönderilen ışık, şekildeki ışın modeliyle gösterilmiştir.



Buna göre aşağıdaki çizimlerden hangisi bu bölgenin içinde bir yakınsak mercek olduğunu gösterir?



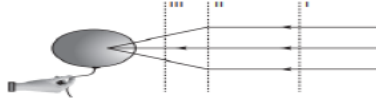
EK C'nin devamı

15. Fen bilimleri öğretmeni derste öğrencilerine “Ormanlık alanlara bırakılan cam parçaları yangınlara neden olabilir. Çünkü cam parçaları.....” şeklinde cümle kurmuştur.

Buna göre öğretmen cümlesine aşağıdakilerden hangisi ile devam etmiştir?

- A) İnce kenarlı mercek özelliği göstererek ışığı toplar.
- B) İnce kenarlı mercek özelliği göstererek ışığı dağıtır.
- C) Kalın kenarlı mercek özelliği göstererek ışığı dağıtır.
- D) Kalın kenarlı mercek özelliği göstererek ışığı toplar.

16. Bir öğrenci lastik balonu şişirip üzerinde belirlediği bir noktaya kullandığı mercek ile ışık ışınlarını topluyor. Bir süre sonra üzerine düşen yoğun ışık ile balon patlıyor. Bu durumda ışık ışınlarının izlediği yol şekilde modellenmiştir.



Buna göre öğrencinin kullandığı mercek türü ve merceğin konulduğu konum aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	Mercek Türü	Mercek Konumu
A)	İnce kenarlı (yakınsak) mercek	II
B)	Kalın kenarlı (ıraksak) mercek	III
C)	İnce kenarlı (yakınsak) mercek	I ve II arası
D)	Kalın kenarlı (ıraksak) mercek	II ve III arası

17. Mercekler ve kullanım alanlarıyla ilgili verilen bilgilerden hangisi söylenemez?

- A) Projeksiyonlarda görüntüyü büyütme için ince kenarlı mercek kullanılır
- B) El fenerlerinde kalın kenarlı mercek kullanılır
- C) Yakınsak mercekler sayesinde geniş bir alanı görmek mümkündür
- D) Miyop göz kusurunu düzeltmek için ıraksak mercek kullanılır

18. Günlük yaşamda kullandığımız bazı araç gereçlerde mercekler bulunur. Bunlar;

Mustafa'nın ifadesindeki boşluğa;

- I. Mikroskop
- II. Dürbün
- III. Teleskop

verilenlerden hangileri yazılabilir?

- A) I ve II
- B) I, II ve III
- C) II ve III
- D) I ve III

19. K, L ve M cisimlerinin üzerine Güneş ışığı düşürüldüğünde ışığın yansıma ve soğurulma durumları tabloda verilmiştir.

Cisimler	Çoğunu yansıtır	Çoğunu soğurur	Bir kısmını yansıtırken bir kısmını soğurur
K	X		
L		X	
M			X

Buna göre K, L ve M cisimlerinin renkleri aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- | | | | |
|----|-------|-------|-------|
| | K | L | M |
| A) | Beyaz | Siyah | Yeşil |
| B) | Beyaz | Yeşil | Siyah |
| C) | Siyah | Beyaz | Yeşil |
| D) | Yeşil | Beyaz | Siyah |

20.



Ayna karşısında saçlarını tarayan Hakan'ın görüntüsünün özellikleri ile ilgili,

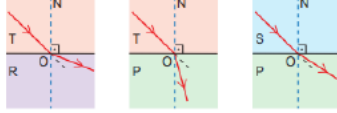
- I. Hakan' la aynı boydadır.
- II. Hakan' ın simetriğidir.
- III. Aynaya olan uzaklığı, Hakan'ın aynaya olan uzaklığına eşittir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) II ve III
- D) I, II ve III

EK C'nin devamı

21. P, R, T ve S ortamlarında ışığın aldığı yol aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



Buna göre ortamların yoğunlukları arasındaki ilişki hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $S > P > T > R$ B) $R > P > T > S$
C) $R > T > P > S$ D) $S > R > T > P$

22. Renkleri verilen giysilerin üzerlerine karanlık ortamda, aşağıda belirtildiği gibi kırmızı, yeşil, mavi ve beyaz ışıklar tutulmuştur.



Bazı giysilerin siyah renkte görüldüğü gözlemlenmiştir.

Buna göre siyah renkte görülen giysilerin tamamı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

- A) Tişört ve pantolon
B) Pantolon ve ayakkabı
C) Tişört, ayakkabı ve mont
D) Pantolon, ayakkabı ve mont

Cevap Anahtarı

	A)	B)	C)	D)		A)	B)	C)	D)
1	☐	☐	☐	☐	16	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	17	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	18	☐	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐	☐	19	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐	20	☐	☐	☐	☐
6	☐	☐	☐	☐	21	☐	☐	☐	☐
7	☐	☐	☐	☐	22	☐	☐	☐	☐
11	☐	☐	☐	☐					
12	☐	☐	☐	☐					
13	☐	☐	☐	☐					
14	☐	☐	☐	☐					
15	☐	☐	☐	☐					

EK D. FBDYMÖ

FEN BİLİMLERİ DERSİNE YÖNELİK MOTİVASYON ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler,

Aşağıda yer alan ölçek sizin fen bilimleri dersine yönelik motivasyonunuzu belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçekte fen bilimleri dersine yönelik motivasyon cümleleri ve her cümlenin karşısında da “Kesinlikle katılmıyorum”, “Katılmıyorum” ve “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” seçenekleri yer almaktadır. Her cümleyi dikkatlice okuduktan sonra size göre en uygun olan seçeneği işaretleyiniz. Sonuçlar sadece bu araştırma için kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır.

Yönerge Aşağıdaki ölçekte Fen bilimleri dersiyle ilgili motivasyonunuzu ölçen bazı ifadeler verilmiştir. Aşağıdaki ifadeleri dikkatle okuyarak size en uygun düzeyi işaretleyiniz. Her soru için 1 den 5'e kadar olan rakamlardan sadece birini işaretleyiniz.		Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1.	Fenle ilgili en son yenilikleri öğrenmeyi severim.	1	2	3	4	5
2.	Grup etkinliği yaparken arkadaşlarımla çalışmak için beni seçmelerini isterim.	1	2	3	4	5
3.	Yüksek not aldığım öğretmenimin sınıfta bunu ilan etmesini isterim.	1	2	3	4	5
4.	Fen dersinde gösterdiğim çabaların öğretmenim tarafından takdir edilmesini isterim.	1	2	3	4	5
5.	Okulda öğretilmeyen fen konularıyla da ilgilenirim.	1	2	3	4	5
6.	Öğretmenimizin söylediği önemli bilgileri kaçırmamak için çok çabalar ederim.	1	2	3	4	5
7.	Fen bilgisi dersi sınavlarında en yüksek notu almak isterim.	1	2	3	4	5
8.	Öğretmenin sınıfta anlattığı bilgilerden daha fazlasını araştırmak isterim.	1	2	3	4	5
9.	Öğretmenimin konuyu öğretirken detaylı açıklama yapmasını isterim.	1	2	3	4	5
10.	Fen bilgisiyle ilgili kitap ve ders notlarımı sınıf arkadaşlarıma ödünç vermek istemem .	1	2	3	4	5
11.	Sınıfta çözdüğümüz problem veya etkinlikleri ilk bitiren kişi olmak isterim.	1	2	3	4	5
12.	Yeni fen konuları hakkında bilgi edinmek isterim.	1	2	3	4	5
13.	Öğretmenimin verdiği ev ödevlerinin yapılıp yapılmadığını kontrol etmesini isterim.	1	2	3	4	5
14.	Fen bilgisi derslerinde sınıf arkadaşlarıma yardımcı olmaktan hoşlanırım.	1	2	3	4	5
15.	Fen problemlerinin cevaplarını araştırmaktan hoşlanırım.	1	2	3	4	5
16.	Fen derslerinde öğretmenimin gözüne girmek için çok çalışırım.	1	2	3	4	5
17.	Fen derslerinde arkadaşlarımla grup çalışmaları yapmayı severim.	1	2	3	4	5
18.	Sınıf tartışmalarında en iyi fikri ortaya atmak isterim.	1	2	3	4	5
19.	Fen ödevlerimi en iyi şekilde yapmaya çalışırım.	1	2	3	4	5
20.	Küçük gruplarda çalışmayı severim.	1	2	3	4	5
21.	Fendeki yeni fikirleri öğrenmek isterim.	1	2	3	4	5
22.	Ev ödevlerini, daha çok bilgi öğrenmeme yardımcı olduğu için severim.	1	2	3	4	5
23.	Grup çalışmalarında, diğer arkadaşlarımla fikirlerini önemsemem .	1	2	3	4	5

EK D'nin devamı

Oluştur

Gelen Kutusu5.376

★ Yıldızlı

🕒 Ertelenenler

📁 Önemli

▶ Gönderilmiş Postalar

📁 Taslaqlar38

▼ Kategoriler

🔔 Güncellemeler5.445

is:starred

45 ileti dizisinden 41.

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Hk

Gulsum calikran7 Eyl 2023 Per 17:01

Sayın Hocam; Ben Kastamonu Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans öğrencisiyim. 2008 yılında yayınlanan "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması" isimli çalışmamız ile geliştirmiş olduğunuz Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğini izniniz olursa yüksek lisans çalışmamda kullanmak istiyorum. İzin verirseniz çok sevinirim. İyi çalışmalar dilerim, Saygılarımla.

Yüksel DEDE7 Eyl 2023 Per 19:51

Merhaba Gülsüm ilgili ölçeği çalışmada kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar

EK E. FBDTÖ

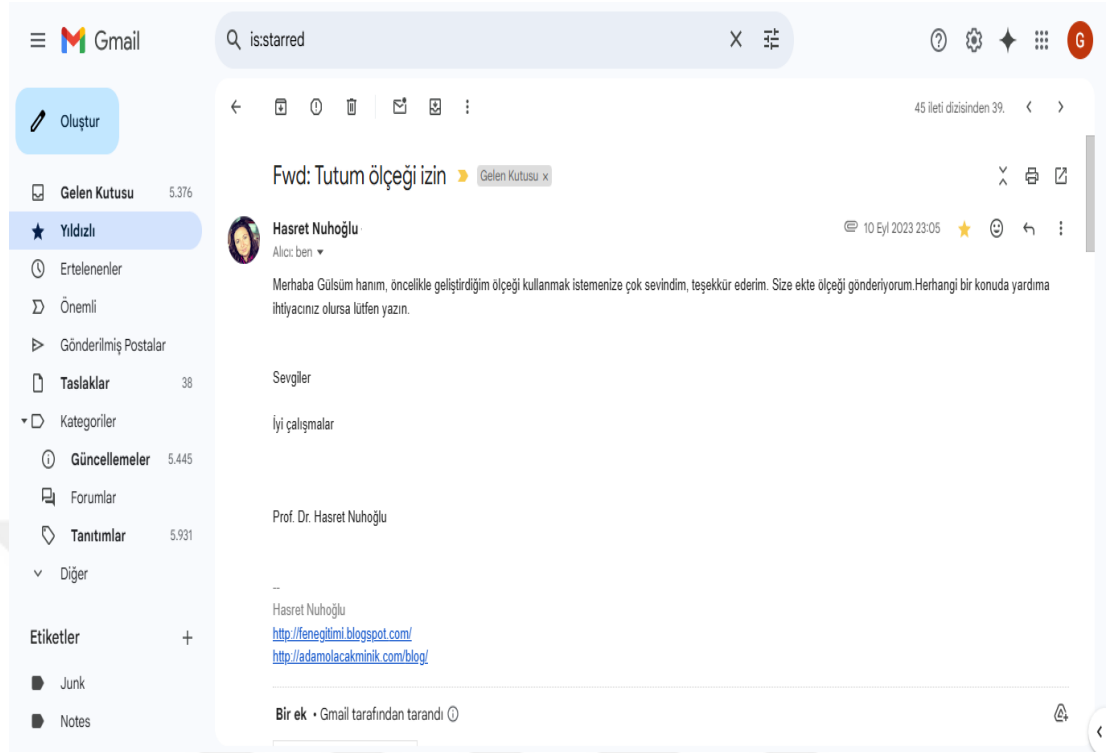
FEN BİLİMLERİ DERSİ TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler,

Aşağıda yer alan ölçek sizin fen bilimleri dersine yönelik tutumunuzu belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçekte fen bilimleri dersine yönelik tutum cümleleri ve her cümle için karşısında da “katılıyorum”, “fikrim yok” ve “katılmıyorum” seçenekleri yer almaktadır. Her cümleyi dikkatlice okuduktan sonra size göre en uygun olan seçeneği işaretleyiniz. Sonuçlar sadece bu araştırma için kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır.

	Katılıyorum	Fikrim yok	Katılmıyorum
1. Fen bilimleri dersinden iyi notlar alacağımı düşünürüm.			
2. Fen bilimleri dersinde ilginç bilgiler öğrenmek ben de merak uyandırır.			
3. Okulda daha çok fen bilimleri dersi yapmak isterim.			
4. Zorunlu olmasa fen bilimleri dersine girmezdim.			
5. Fen bilimleri ders saatinin gelmesini dört gözle beklerim.			
6. Fen bilimleri dersini okuldaki pek çok dersten daha az severim.			
7. Fen bilimleri dersinde başarısız olduğumu düşünürüm.			
8. Fen bilimleri dersinde yeni teknolojik gelişmeleri öğrenmek ben de heyecan uyandırır.			
9. Fen bilimleri dersinde yer alan konuları öğrenmekte zorlanırım.			
10. Fen bilimleri dersinde işlenen konuların günlük hayatta bana yararlı olması hoşuma gider.			
11. Fen bilimleri konularının yeni teknolojik gelişmeler hakkında bilgi vermesi bende merak uyandırır.			
12. Fen bilimleri ile ilgili bilmediğim bir konuyu etkinlik yaparak öğrenmek isterim.			
13. Fen bilimleri dersinde etkinlik yapmanın sıkıcı olduğunu düşünürüm.			
14. Fen bilimleri dersinde etkinlik yapmayı dört gözle beklerim.			
15. Fen bilimleri dersinde etkinlik yapmanın konuları anlamak için gerekli olduğunu düşünürüm.			
16. Fen bilimleri ile ilgili yaptığımız etkinlikleri anlamaya çalışmanın zaman kaybı olduğunu düşünürüm.			
17. Fen bilimleri dersinde konularla ilgili etkinlik yapmanın faydalı olduğunu düşünürüm.			
18. Fen bilimleri dersinde etkinlik yaparken geçen saatlerin zaman kaybı olduğunu düşünürüm.			
19. Fen bilimleri dersinde daha çok etkinlik yapılmasını isterim.			
20. Fen bilimleri dersinde anlayamadığım konuları etkinlik yaparak daha kolay anlarım.			

EK E'nin devamı



EK F. YYGF

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU (YYGF)

Sevgili öğrenciler,

Size aşağıda 7 adet soru sorulmuştur. Bu sorulara vereceğiniz cevaplar sadece bu araştırma için kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Cevaplarınız araştırmacılar tarafından gizli tutulacaktır. Soruların cevaplandırılmasında göstereceğiniz samimiyet, ilgi ve yardımlarınız için teşekkür ederiz.

Cevaplarınızı her bir sorunun altındaki boşluğa yazabilirsiniz. Süreniz 30 dakika'dır.

Gülşüm ÇALIKIRANOĞLU
Yüksek Lisans Öğrencisi

Prof. Dr. Abdullah AYDIN
Tez Danışmanı

SORULAR

1. Teknoloji kelimesini duyduğunuzda aklınıza gelen ifadeler nelerdir? Açıklayınız.
2. Fen bilimleri dersinin mühendislik ve teknoloji alanlarına etkisi hakkında neler düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
3. Çevrenizdeki canlıları düşündüğünüzde bu canlıların insanların hayal gücü ve yaratıcılıkları üzerindeki etkileri hakkında neler söyleyebilirsiniz?
4. İnsanlar doğadan hangi alanlarda yararlanmaktadır?
5. Doğanın ve doğadaki canlıların özelliklerinden ilham alınmasının teknolojiye etkileri hakkında neler söyleyebilirsiniz?
6. Biyomimikri ile hazırlanmış etkinlikler ve bu etkinliklerin dersinizde kullanılmasının öğrenmenizi ne ölçüde etkilediği hakkında neler düşünüyorsunuz?
7. Doğaya karşı farkındalığınızın değiştiğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız.

EK G. Çalışma Yaprakları

ÇALIŞMA YAPRAĞI 1 “ Işığın Soğurulması İle İlgili Ürün Tasarlama”

Işık, cisim ile etkileştiğinde ister yansıma gerçekleştirsin isterse de kırılarak yoluna devam etsin bir kısmı cisim tarafından tutulmaya uğrar. Işık ışınlarının etkileşime girdiği madde tarafından tutulmasına ışığın soğurulması denir.

Maddelerin ışığı soğurma miktarı bazı unsurlara bağlı olarak değişmektedir.

Bu unsurların başında maddenin açık veya koyu renkli olması gelmektedir. Koyu renkli maddeler, açık renkli maddelere göre ışığı daha fazla soğururlar.

Maddelerin ışığı
soğurmasını günlük
hayatımızda nerede



Anıl fen bilimleri dersinde ışığın soğurulması sonucunda maddelerin sıcaklığının artmasından faydalanılarak enerjiye ihtiyaç duyulan başka alanlarda da güneş enerjisinden yararlanıldığını öğrenmiştir.

Öğretmeni konutları ısıtmada, hesap makinelerinde, seracılık gibi yerlerde ışığın soğurulmasından faydalandığını örnek olarak vermiştir.

Anıl öğrendiklerinden yola çıkarak doğadan esinlendiği bir tasarım oluşturmak istemektedir.

Anıl’a tasarımını oluştururken yardımcı olmak ister misin?

Yaptığın tasarım modelini çizerek açıklayabilir misin?

EK G'nin devamı

ÇALIŞMA YAPRAĞI 2 "Cisimlerin renkleri ile ilgili ürün tasarlama"



Faruk öğretmen derse çeşitli renklere sahip fenerler ve çeşitli renklere sahip cisimler ile gelir. Öğrencilerine çeşitli ışık renklerinde cisimlerin hangi renklerde görüldüğünü göstererek cisimlerin nasıl renkli görüldüğünü anlatır.



Doğal ışık kaynağı olmayan cisimler ışığı yansıtır ve yansıyan ışığın gözümüzdeki duyu hücrelerini uyarmasıyla beynimizde renk algısı oluşur. Böylece cisimlerin renklerini algılamış oluruz.

Bir madde üzerine düşen ışığın hepsini yansıtıyorsa cisim o ışık renginde görülür. Eğer ışığı yansıtmıyor ve soğuruyorsa cisim siyah renkte görülür. Yani cisimlerin beyaz, renkli ve siyah görülmesinin nedeni cismin üzerine düşen ışığı yansıtması ve soğurması ile ilgilidir. Renkli görülen cisimler üzerlerine düşürülen ışığın rengine bağlı olarak çeşitli renklerde görülür.

Faruk öğretmen öğrencilerinden öğrendikleri bilgilerden yola çıkarak ve doğadan ilham aldıkları bir ürün tasarlamalarını ister.

Bu tasarım sürecinde Faruk öğretmenin öğrencilerine yardımcı olabilir misin?

Geliştirdiğiniz modelleri çizerek açıklama yapabilir misiniz?

EK G'nin devamı

ÇALIŞMA YAPRAĞI 3 "Güneş enerjisi ile ilgili ürün tasarlama"



AVRUPA'NIN EN BÜYÜK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ KONYA'DA AÇILDI

Avrupa'nın en büyük, dünyanın sayılı büyüklükteki güneş santrallerinden biri olan Karapınar Güneş Enerjisi Santrali'nin (GES) resmi açılışı yapıldı. 2 bin 800 futbol sahası büyüklüğündeki güneş enerjisi santrali ile 2 milyon kişinin elektrik ihtiyacı da karşılanmış oldu.



Yukarıdaki haberi okuyan Gülcan öğretmen güneş enerjisi konusunu işlerken öğrencilerine haberdan bahsetmiş ve öğrencilerinin güneş enerjisinden yararlanarak doğadan esinlendikleri bir tasarım yapmalarını istemiştir.

Enerji kullanımı günlük hayatın bir parçasıdır. Birçok işimizi enerji olmadan gerçekleştiremeyiz. Güneş enerjisi yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır. Işık enerjisinin soğrulmasına dayalı bir yöntemle güneş enerjisi farklı enerji türlerine dönüştürülebilmektedir. Günümüzde güneş enerjisinden yararlanılarak güneş pilleri, çeşitli ulaşım araçları, elektrikli araçları şarj eden sistemler üretilmekte ve kullanılmaktadır.

Sizlerde Gülcan öğretmenin öğrencilerine yapacakları tasarımlarında yardımcı olmak ister misiniz?

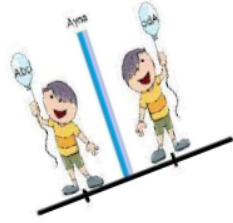
Yaptığınız tasarım modelini çizerek açıklayabilir misiniz?

EK G'nin devamı

ÇALIŞMA YAPRAĞI 4 "Ayna çeşitleri ile ilgili ürün tasarlama"

DÜZ AYNA

Düz aynada oluşan görüntü düzdür. Cisim ile görüntünün büyüklüğü aynıdır. Görüntü ile ayna arasındaki uzaklık cisim ile ayna arasındaki uzaklığa eşittir. Cismin görüntüsü aynaya göre simetrik. Boy aynası, periskop, tepegöz cihazı düz aynaya örnek verilebilir.



TÜMSEK AYNA

Görüntü her zaman düz ve cisimden küçüktür. Otomobillerin yan aynaları, mağaza ve kavşak aynaları, araç altlarını aramada tümsek aynalardan faydalanılır.



ÇUKUR AYNA

Görüntü cisimden küçük ve ters, görüntü cisimle aynı boyda ve ters, görüntü düz ve cisimden boyu büyük, görüntü ters ve cisimden büyük olacak şekilde çukur ayna da görüntüler oluşur. Makyaj aynaları, dişçi aynaları, araba farları, mikroskoplar, deniz feneri örnek olarak



Okuduğu 7.sınıf fen bilimleri kitabında yukarıda yer alan bilgileri gören Ada bu bilgilerden yola çıkarak bir ürün tasarlamaya karar vermiştir. Ada bu tasarımında doğadan ilham almaya karar vermiştir.

Bu tasarım sürecinde Ada'ya yardımcı olabilir misin?

Geliştireceğiniz modelleri çizerek açıklama yapabilir misiniz?

EK G'nin devamı

ÇALIŞMA YAPRAĞI 5 "Işığın kırılması ile ilgili ürün tasarlama"



Bir bilim dergisi okuyan Mustafa ışığın çeşitli ortamlarda farklı şekillerde kırıldığını görmüştür. Günlük hayattan çeşitli örneklerin yer aldığı dergiden etkilenen Mustafa fen bilimleri öğretmenin bahsettiği biyomimikri kavramından yola çıkarak ışığın kırılması ile ilgili bir ürün tasarlamak istemiştir.

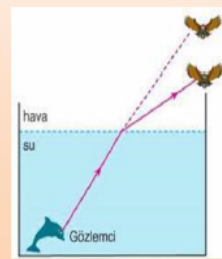
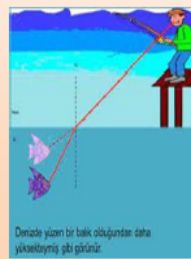
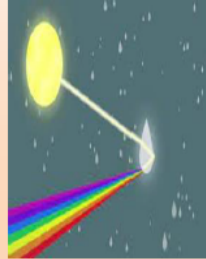
Işık ışınları aynı ortamda ilerlerken doğrusal olarak yayılır. Işık ışınları farklı bir ortama geçerken doğrultusu, sürati ve yönü değişir. Işık ışınlarının bir ortamdan yoğunlukları farklı bir ortama geçerken doğrultu ve yön değiştirmesine **ışığın kırılması** denir.

Su ya da çay dolu bardak içerisindeki kalem ya da kaşığı kırık ve kalın gibi görürüz.

Su içerisindeki cisimlere havadan bakan bir kişi cisimleri daha yakında görür.

Havadaki cisimlere sudan bakan bir kişi daha uzakta görür.

Beyaz ışık kırılarak kendini oluşturan renklere ayrılır. Gökkuşağı oluşumunda ise beyaz ışık yağmur damlalarında kırılmaya uğrar.



Mustafaya tasarımını yaparken yardımcı olabilir misin?

Geliştirdiğiniz tasarımları çizerek açıklayabilir misiniz?

EK G'nin devamı

ÇALIŞMA YAPRAĞI 6 "Ayna ve merceklerle ilgili ürün tasarlama"



Gülçin öğretmen öğrencilerine ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarımlarını istemiştir. Gülçin öğretmen bu tasarlama ödevinde öğrencilerin tasarımlarını yaparken doğadan ilham almalarını istemiştir.

AYNA

Teleskop

Mikroskop

Periskop

Kavşak Aynaları

Dişçi Aynaları

MERCEK

Dürbün

Teleskop

Mikroskop

Fotoğraf Makinesi

Video Kamera

Bu tasarım sürecinde Gülçin öğretmenin öğrencilerine yardımcı olabilir misin?

Geliştirdiğiniz modelleri çizerek açıklama yapabilir misin?

EK H. Yıllık Plan

21. Hafta: 17-23 Şubat	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.1. Işığın Soğurul- ması	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğin- i keşfeder. F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştugu sonucunu çıkarır.		Işığın maddenin nasıl soğurulabileceğini keşfetmeleri için bir deney tasarlama görevi verilebilir. Beyaz ışığın tüm renklerden oluştuğu sonucuna nasıl ulaşıldığını anlamaları için bir deney tasarlama görevi verilebilir. Öğrenciler, prizma veya renkli cam gibi araçlar kullanarak beyaz ışığın bileşen renklere nasıl ayrıştığını gözlemleyebilirler.	
22. Hafta: 24 Şubat- 2 Mart	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.1. Işığın Soğurul- ması	F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.	(F.7.5.1.3. açıklama) Renk filtrelerine girilmez. (F.7.5.1.4.açıklama) Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.	Farklı cisimlerin siyah, beyaz ve renkli olarak görünmesinin nedenini anlamaları için bir deney tasarlama görevi verilebilir. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarını araştırmaları ve bu konuda sunum hazırlamaları görevi verilebilir.	
23. Hafta: 3-9 Mart	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.1. Işığın Soğurul- ması 7.5.2. Aynalar	F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirlere tartışır. F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.		Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına dair fikirlerini tartışmak ve paylaşmak için grup çalışması görevi verilebilir. Öğrenciler, güneş enerjisinin potansiyelini, farklı alanlarda nasıl kullanılabileceğini ve gelecekteki uygulama önerilerini bir araya getirerek özgün fikirler geliştirebilirler. Farklı ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına yönelik örnekler verme görevi verilebilir. Öğrenciler, düz, çukur, tümsek gibi farklı ayna çeşitlerini inceleyerek, her birinin özelliklerini ve kullanım alanlarını sunum yaparak diğer öğrencilerle paylaşabilirler.	
24. Hafta: 10-16 Mart	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.2. Aynalar	F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.	(F.7.5.2.2. açıklama) a. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez. b. Matematiksel bağıntılara girilmez. c. Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismen aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.	Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırmak için bir deney tasarlama görevi verilebilir. Öğrenciler, farklı aynaları kullanarak cisimlerin görüntülerinin nasıl değiştiğini gözlemleyebilir ve farklı ayna tiplerinin özelliklerini daha iyi anlayabilirler.	İstiklâl Marşı'nın Kabulü ve Mehmet Akif Ersoy'u Anma Günü (12 Mart)

EK H'n devamı

25. Hafta: 17-23 Mart	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.3. Işığın Kırılması ve Mercekler	F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.	(F.7.5.3.1. açıklama) a. Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez. b. Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez.	Işığın ortam değişikliği sırasında kırılma olayını gözlemleyerek bu olayın sebebini anlamaları için bir gözlem ve analiz görevi verilebilir. Öğrenciler, farklı ortamlarda ışığın izlediği yolları inceleyerek, ışığın kırılma olayını ortam değişikliği ile ilişkilendirebilirler. Öğrencilere ışığın kırılmasını ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemlmeleri için bir deney görevi verilebilir. Öğrenciler, mercekleri kullanarak ışığın kırılma olayını gözlemleyebilir ve farklı mercecek tiplerinin ışığı nasıl kırıldığını inceleyebilirler.	Şehitler Günü (18 Mart) Türk Dünyası ve Toplulukları Haftası
26. Hafta: 24-30 Mart	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.3. Işığın Kırılması ve Mercekler	F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.	(F.7.5.3.3.açıklama) a. Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir. b. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez. c. Matematiksel bağıntılara girilmez. ç. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.	Öğrencilere ince ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını belirlemeleri için bir deney görevi verilebilir. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına yönelik örnekler verme görevi verilebilir. Öğrenciler, merceklerin nasıl kullanıldığını dair araştırma yaparak, bu araçların farklı alanlarda nasıl kullanıldığını örneklerle sunum yapabilirler.	
27. Hafta: 7-13 Nisan	4	5.ÜNİTE: IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ	7.5.3. Işığın Kırılması ve Mercekler	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.	(F.7.5.3.5. açıklama) Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.	Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlamaları ve bu tasarımı çizimle ifade etmeleri görevi verilebilir.	