

**BİYOMİMİKİRİ UYGULAMALARININ ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN YARATICI DÜŞÜNME BECERİLERİ VE
TASARIMLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

DEMET AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

DOÇ. DR. VOLKAN BİLİR

DÜZCE, 2023

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOMİMİKİRİ UYGULAMALARININ ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN YARATICI DÜŞÜNME BECERİLERİ VE
TASARIMLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Demet AYDIN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitim Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Volkan BİLİR

Artvin Çoruh Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Volkan BİLİR

Artvin Çoruh Üniversitesi

Doç. Dr. Erol SÖZEN

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Seyfettin SEVİNÇ

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 28.07.2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının benim çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından verilerin toplanmasına, analizinden yazımına kadar tezin bütün aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, tezimdeki bütün bilgilerde akademik ve etik kuralları dikkate aldığımı, bu tez çalışmasında elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumları kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesinde belirttiğimi, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi beyan ederim.

Bu tez çalışmasında Düzce Üniversitesi'nden 10.05.2022 tarih ve E-63781167-100-162691 sayılı yazı ile Etik Kurul İzni ve Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalından 12.06.2022 tarih ve E-63781167-100-175025 sayılı yazı ile Araştırma İzni alınmıştır.

28 Temmuz 2023

Demet AYDIN

TEŐEKKÖR

Bu çalıřmanın yűrűtűlme ařamasında deęerli gűrűř ve eleřtirileriyle yol gűsteren, beni her zaman çalıřmaya teřvik eden deęerli danıřmanım Doç. Dr. Volkan BİLİR'e, deęerli yorum ve deęerlendirmeleri ile katkıda bulunan jűri űyelerim sayın Doç. Dr. Erol SÖZEN'e ve Dr. Öęr. űyesi Ömer Seyfettin SEVİNÇ'e en içten dileklerimle teřekkűr ederim.

Çalıřmamın her ařamasında yanımda olup desteęini esirgemeyen kıymetli eřim Murat AYDIN'a, çalıřmamı bitirmemde en bűyűk moral kaynaęım sevgili evlatlarım Samet Burak AYDIN ve Zeynep Yaęmur AYDIN'a, bu gűnlere gelmemde emeęi olan canım babam Mehmet SÖRGÖN'e, canım annem Gűzel SÖRGÖN'e ve tűm űęretmenlerime sonsuz teřekkűrlerimi sunarım.

28 Temmuz 2023

Demet AYDIN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1. GİRİŞ.....	1
1.1. PROBLEM DURUMU	1
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	2
1.3. PROBLEM CÜMLESİ.....	3
1.4. VARSAYIMLAR.....	3
1.5. SINIRLILIK.....	3
1.6.TANIMLAR	4
2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. BİYOMİMİKRI VE TARİHÇESİ.....	5
2.1.1. Biyomimikri Örnekleri	9
2.2. FEN EĞİTİMİNDE BİYOMİMİKRI.....	14
2.2.2. Fen Eğitiminde Biyomimikri İle İlgili Alanyazın	14
2.2.2.1. Ulusal Alanyazın.....	14
2.2.2.2. Uluslararası Alanyazın.....	17
2.3. BİLİMSEL YARATICILIK.....	19
2.4. FEN EĞİTİMİ VE BİLİMSEL YARATICILIK.....	20
2.4.4. Fen Eğitiminde Bilimsel Yaratıcılık İle İlgili Alanyazın.....	20
2.4.4.1. Ulusal Alanyazın.....	20
2.4.4.2. Uluslararası Alanyazın.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. ARAŞTIRMA MODELİ / DESENİ.....	26
3.2. ÇALIŞMA GRUBU	26
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	27
3.3.1. Bilimsel Yaratıcılık Testi	27
3.3.2. Gerçek Yaşam Problemleri Senaryo Etkinlikleri	28
3.3.3. Öğrenci Çizimleri	28
3.4. VERİ TOPLAMA SÜRECİ.....	29
3.5. VERİLERİN ANALİZİ.....	33
4. BULGULAR.....	36
4.1. NİCEL VERİLERE AİT BULGULAR.....	36
4.2. NİTEL VERİLERE AİT BULGULAR.....	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	55

6. ÖNERİLER.....	58
7. KAYNAKLAR	59
8. EKLER	64
8.1. EK 1: DERS PLANI -1 (Biyomimikri tanıtımı).....	64
8.2. EK 2: DERS PLANI -2 (Hava ve Su Direnci).....	68
8.3. EK 3: DERS PLANI -3 (Fotoğraf Makinem)	73
8.4. EK 4: DERS PLANI -4 (Kitap Kurdu)	77
8.5. EK 5: BİLİMSEL YARATICILIK TEST SORULARI	81
8.6. EK 6: BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ SORULARININ PUANLAMASI.....	82
8.7. EK 7: VELİ ONAM FORMU	83
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Leonardo Da Vinci-Ordinopter (Altun, 2020).....	5
Şekil 2.2. <i>Victoria amazonica</i> (Tanrıverdi, 2019).	6
Şekil 2.3. 1851 Joseph Paxton- Kristal Saray (Kavakoğlu, 2015).....	6
Şekil 2. 4. Cırt-cırt Bant (Velcro)- Pıtrak otu (Kılıç, 2022).....	9
Şekil 2.5. Köpekbalığı derisi ve yüzücü mayosu (Kılıç, 2022).	9
Şekil 2.6. Zimbabve'nin Harare şehrindeki Eastgate Binası- Termit Kuleleri (Yıldız, 2012).....	10
Şekil 2.7. Japon 500 serisi hız treni- Yalıçapkını kuşu (Kılıç, 2022).	11
Şekil 2.8. Kir tutmaz boya - Lotus Çiçeği (Kılıç, 2022).....	11
Şekil 2.9. Rüzgar türbinleri- Kambur balina yüzgeci (Kılıç, 2022).	12
Şekil 2.10. Eyfel kulesi- Uyluk kemiği (Yıldız, 2012).....	13
Şekil 2.11. Çam kozalağı- Akıllı giysi (Zhao, 2017).....	13
Şekil 2.12. Bilimsel Yaratıcılık Yapısal Modeli (Hu ve Adey , 2002).....	20
Şekil 3.1. Deney grubu birinci etkinlik sonunda birinci olan grubun örnek eşleştirme kartları.	30
Şekil 4.1. BYT altıncı sorusuna deney ve kontrol grubu öğrencilerinin verdiği örnek cevaplar.	42
Şekil 4.2. Deney grubu Ö-9'un BYT altıncı sorusuna ön test ve son testte yaptığı örnek çizimler.....	42
Şekil 4.3. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-1'in BYT altıncı sorusuna ön test ve son testte yaptığı örnek çizimler.....	42
Şekil 4.4. Deney grubu öğrencilerinden Ö-1'e ait BYT yedinci sorusu ön test ve son test örnek elma toplama makinesi çizimleri.	44
Şekil 4.5. Deney grubu öğrencilerinden Ö-8'e ait BYT yedinci sorusu ön test ve son test örnek elma toplama makinesi çizimleri.	45
Şekil 4.6. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-3'e ait BYT yedinci sorusu ön test ve son test örnek elma toplama makinesi çizimleri.	45
Şekil 4.7. Deney grubu öğrencilerinden Ö-3'e ait kuş gagasından esinlenilerek gemi çizimi.	48
Şekil 4.8. Deney grubu öğrencilerinden Ö-10'e ait kılıç balığından esinlenilerek çizilen kayık.	48
Şekil 4.9. Deney grubu öğrencilerinden Ö-20'e ait köpekbalığı derisinden esinlenilerek çizilen gemi.	49
Şekil 4.10. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-2'e ait hava direncini azaltan araç çizimi.49	

Şekil 4.11. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-28'e ait kuş şeklinden esinlenilerek çizilen denizaltı.....	50
Şekil 4.12. Deney grubu Ö-1'e ait sinek kanadından esinlenilerek çizilen fotoğraf makinesi	51
Şekil 4.13. Deney grubu öğrencilerinden Ö-8'e ait kuştan esinlenilerek çizilmiş teleskop.	51
Şekil 4.14. Deney grubu öğrencilerinden Ö-11'e ait kuştan esinlenilerek çizilmiş teleskop.	51
Şekil 4.15. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-1'e ait mercekli ayna çizimi.	52
Şekil 4.16. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-19'e ait mercekli kalem çizimi.	52
Şekil 4.17. Deney grubu öğrencilerinden Ö-20'e ait şapkalı mantardan esinlenilerek çizilmiş kitap okuma feneri.....	53
Şekil 4.18. Deney grubu öğrencilerinden Ö-2'e ait güneş enerjisi ile çalışan karanlıkta kitap okuma aracı.	53
Şekil 4.19. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-18'e ait güneş enerjisi ile çalışan karanlıkta kitap okuma lambası çizimi.	54
Şekil 4.20. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-24'e ait LED kitap okuma aracı çizimi. ..	54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Araştırma nicel deseni.	26
Çizelge 3.2. Çalışma grubu.	27
Çizelge 3.3. Kazanımların ve işlem basamaklarının deney ve kontrol grubuna uygulama çizelgesi.	33
Çizelge 4.1. BYT birinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	36
Çizelge 4.2. BYT ikinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	37
Çizelge 4.3. BYT üçüncü sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	38
Çizelge 4.4. BYT dördüncü sorusu a şıkkı için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	38
Çizelge 4.5. BYT dördüncü sorusu b şıkkı için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	39
Çizelge 4.6. BYT beşinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	40
Çizelge 4.7. BYT altıncı sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	41
Çizelge 4.8. BYT yedinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.	43
Çizelge 4.9. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BYT için ön ve son test puanlarının ortalamalarına ilişkin bağımsız t-testi analizi çizelgesi.	46
Çizelge 4.10. Birinci senaryo (EK:2) sonunda öğrenci çizimlerindeki biyomimikriden esinlenme seviyelerinin analizi.	47
Çizelge 4.11. İkinci senaryo (EK:3) sonunda öğrenci çizimlerindeki biyomimikriden esinlenme seviyelerinin analizi.	50
Çizelge 4.12. Üçüncü senaryo (EK:4) sonunda öğrenci çizimlerindeki biyomimikriden esinlenme seviyelerinin analizi.	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

BYT	Bilimsel Yaratıcılık Testi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı



ÖZET

BİYOMİMİKİRİ UYGULAMALARININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN YARATICI DÜŞÜNME BECERİLERİ VE TASARIMLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Demet AYDIN

Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Volkan BİLİR

Temmuz 2023, 84 Sayfa

Bu araştırmanın amacı, doğanın devamlılığını sağlayan form, yapı ve işlevlerin günlük hayatta ve teknolojiye uyarlanmasına temel olan biyomimikri uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına ve tasarımları üzerine etkisinin belirlenmesidir. Araştırmada iç içe gömülü karma desen kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Nitel verilerin toplanmasında ise durum çalışması modeli kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, Düzce ili merkez ilçesindeki bir devlet ortaokulunda kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilen farklı şubede öğrenim gören 20 deney, 27 kontrol grubunda olmak üzere toplam 47 öğrenciden oluşmaktadır. Veriler, 2021-2022 eğitim öğretim yılında toplanmıştır. Deney grubu öğrencilerine biyomimikri uygulamaları, kontrol grubu öğrencilerine programa dayalı öğretim uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından iki alan uzmanı görüşü alınarak dört etkinlik geliştirilmiştir. Geliştirilen dört etkinlikten ilki sadece deney grubuna uygulanmıştır. Uygulama öncesi deney grubu öğrencilerine biyomimikri bilgilendirme eğitimi yapılmıştır. Diğer üç etkinlik deney grubuna biyomimikri uygulamaları entegre edilerek, kontrol grubuna ise programa dayalı öğretim yöntemleri ile uygulanmıştır. Verilerin toplanmasında "Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)" ön test ve son test olarak uygulanarak kullanılmıştır. Açık uçlu 7 sorudan oluşan BYT sorularından elde edilen veriler içerik analizi ile soruların puanlanması sonucu elde edilen veriler ise bağımsız örneklem t testi ile analiz edilmiştir. Hazırlanan etkinliklerde yer alan gerçek yaşam problemlerinin sonundaki öğrencilerin çizimleri ise biyomimikriden esinlenip esinlenmeme durumlarına göre içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öğrenci çizimlerinden elde edilen nitel veriler sonucunda, deney grubu öğrencilerinin tasarımlarında kontrol grubu öğrencilerine göre biyomimikriden yüzde olarak daha fazla etkilendiği görülmüştür. Çalışmanın sonucunda; biyomimikri uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Biyoçeşitlilik, enerji dönüşümleri, insan ve çevre, mühendislik tasarım süreci gibi alanları biyomimikri merceğiyle öğretmek, öğrencilerin doğanın akılcı problemlerini gözlemleyerek yaratıcı düşüncelerine ve doğanın insanlığa sunduğu çözümleri kavramalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Biyomimikri, Bilimsel yaratıcılık, Fen eğitimi, Yaratıcılık

ABSTRACT

THE EFFECT OF BIOMIMICRY PRACTICES ON SECONDARY SCHOOL STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS AND DESIGNS

Demet AYDIN

Düzce University Graduate School of Natural and Applied Sciences,

Department of Mathematics and Science Education

Master's Thesis

Supervisor: Doç. Dr. Volkan BİLİR

Temmuz 2023, 84 Pages

The aim of this research is to determine the effects of biomimicry applications, which are the basis of adapting the forms, structures and functions that provide the continuity of nature to daily life and technology, on the scientific creativity and designs of secondary school 7th grade students. Embedded mixed pattern was used in the research. A quasi-experimental design with pretest-posttest control group, one of the quantitative research methods, was used. A case study model was used to collect qualitative data. The study group of the research consists of a total of 47 students, 20 in the experimental group and 27 in the control group, studying in a different branch selected by easily accessible sampling method in a state secondary school in the central district of Düzce. The data were collected in the 2021-2022 academic year. Biomimicry applications were applied to the experimental group students, and program-based instruction was applied to the control group students. Four activities were developed by the researcher by taking expert opinion. The first of the four developed activities was applied only to the experimental group. Before the application, biomimicry information training was given to the experimental group students. The other three activities were applied to the experimental group by integrating biomimicry applications, and to the control group with program-based teaching methods. "Scientific Creativity Test (BYT)" was used as a pre-test and post-test to collect the data. The data obtained from the BYT questions consisting of 7 open-ended questions were analyzed with content analysis and the data obtained as a result of scoring the questions were analyzed with the independent sample t-test. The drawings of the students at the end of the real life problems in the prepared activities were analyzed by content analysis according to whether they were inspired by biomimicry or not. As a result of the qualitative data obtained from the student drawings, it was seen that the experimental group students were affected more by biomimicry in their designs than the control group students. As a result of the study; It was concluded that the use of biomimicry applications had a significant effect on students' scientific creativity. It is thought that teaching fields such as biodiversity, energy transformations, human and environment, engineering design process with the lens of biomimicry will contribute to students' creative thinking by observing the rational problems of nature and to understanding the solutions nature offers to humanity.

Keywords: Biomimicry, Creativity, Scientific creativity, Science education

1. GİRİŞ

1.1. PROBLEM DURUMU

21. yüzyılda teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak devletlerin sahip olduğu toprak genişliğine karşı güçlü bir ekonomiye ve enerjiye sahip olmalarının daha fazla önem kazandığı görülmektedir. Günümüzde enerjinin üretiminde karşılaşılan en önemli problemler enerjinin aktarımı ve kullanımı esnasında yaşanan kayıplardır (Eryılmaz, 2015). İnsanoğlu karşılaştığı bu problemlerin cevaplarını parçası olduğu doğanın akılcı çözümlerinde aramıştır. Doğanın sahip olduğu enerjiyi minimum malzeme ve maksimum verimlilik ile kullandığının fark edilmesi sonucu doğadaki canlıların yapısal ve işlevsel özelliklerinin taklit edilmesi ve teknolojiye uyarlanması giderek hız kazanmıştır.

21. yüzyılda değişen ve hızla ilerleyen bilim ve teknoloji, toplumsal ihtiyaçların da değişmesine neden olmuş, bu durum ülkelerin eğitim politikalarını ve öğretim programlarının da yenilenmelerini gerektirmiştir. Yeni yaklaşımlar ve yeni disiplinlerle eğitimin kalitesi artırılarak daha nitelikli bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiştir (Çiftçi, Sağlam ve Yayla, 2021). Bu bağlamda 2018 yılında ülkemizde fen bilimleri dersi öğretimi programı yenilenmiştir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı öğrencilerin fen okuryazarı, doğayı ve evreni inceleyen, sorgulayan, araştıran, yaratıcı ve eleştirel düşünen, içinde bulunduğu yüzyılın problem durumlarına bilimsel çözümler üretebilen bireyler olarak yetişmelerini amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Yenilenen öğretim programında, öğrencilerin fen bilimlerini teknoloji, matematik ve mühendislikle birleştirerek yenilikçi (inovatif) düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve bu beceriler ile hayata değer katacak ürünler tasarlamaları amaçlanmaktadır. Öğrencilerin, yenilikçi tasarımlarında doğayı model alabilmesi ise ancak doğayı incelemesi ve doğanın gerçek mühendislerini (bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve insan biyolojisi) fark etmesi ile mümkün olabilir. Doğanın gözlemlenmesi ve bu gözlemlerden ilham alarak ürünler elde edilmesine temel oluşturan bilim dalı olarak karşımıza biyomimikri bilimi çıkar. Biyomimikri yaşamı taklit eden anlamında biyo-taklit olarak da kullanılmaktadır (Benyus, 1997). Doğadan esinlenerek teknolojik ürünlerin oluşturulması ise bireylerde yaratıcı düşünmenin desteklenmesi ile gerçekleşebilir.

Yaratıcılık eğitim anlamında ele alındığında genel olarak tasarlanmış öğrenme ortamlarında, belirli bir süreç sonunda ortaya çıkan veya önceden var olup gelişen bir düşünce ürünü olarak tanımlanmaktadır (Kurtuluş, 2012). Fen bilimleri öğretiminde ise bilimsel yaratıcılık ön plana çıkmaktadır. Bilimsel yaratıcılık Hu ve Adey (2002) tarafından "Bir konu ya da olay ile ilgili farklı bakış açılarına sahip olabilme ve gerektiğinde bu bakış açılarını değiştirebilme yeteneği" olarak tanımlanmaktadır.

Fen bilimleri öğretim programının alana özgü becerilerinden bilimsel süreç becerileri (gözlem yapma) ve yaşam becerileri (eleştirel ve yaratıcı düşünme... vb.), mühendislik tasarım becerileri (yenilikçi-inovatif düşünme) bireylere farklı bakış açıları kazandırarak, bireyleri yaşamlarında karşılaştıkları problemlere yaratıcı çözümler üretmelerini hedeflemektedir (MEB, 2018). Doğanın incelenmesi ve doğada hayatta kalmak için canlıların buldukları akılcı problemleri incelemeyi esas alan biyomimikri biliminin, fen bilimleri derslerine entegre edilebilerek işlenmesinin bireylerin programda yer alan alana özgü becerileri destekleyerek bilimsel yaratıcılıklarını ve tasarımlarını geliştireceği düşünülmektedir.

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Ülkemizde biyomimikri uygulamaları ile ilgili yapılan; Yakışan ve Velioğlu (2019), Çoban (2019), Velioğlu (2020), Sürgü (2022) öğrencilerle, Çakır (2019) ve Yıldırım (2019) öğretmen adaylarıyla çalışma yaptığı görülmüştür. Yapılan bu çalışmaların genel sonuçlarında öğrenci ve öğretmen adaylarının biyomimikri uygulamaları ile doğadan esinlenerek oluşturdukları model ve çizimlerin hayal etme, yaratıcı fikirler üretme ve tasarım ortaya koyma konusunda olumlu katkılar sağladığı görülmüştür. Çalışmalarda, fen bilimleri dersinde kullanılan farklı öğretim yöntemlerinin bireylerde yaratıcı düşünmenin geliştirilebileceğine dair bulgular elde edildiği görülmüştür (Summak ve Aydın, 2011).

Alanyazını taramasında fen eğitiminde biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisinin incelenmediği görülmüştür. Bu çalışmanın amacı biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisinin incelemektir. Böylelikle doğanın akılcı problem çözme kabiliyetini inceleyen öğrencilerin, bilimsel yaratıcılıklarının gelişebileceği ve tasarımlarında doğayı model

olarak günlük yaşamda karşılaştığı problemlere akılcı çözümler üretebileceği düşünülmektedir.

1.3. PROBLEM CÜMLESİ

Araştırmada; "Fen eğitiminde biyomimikri entegre edilmiş etkinliklerle yürütülen deney grubunun yaratıcı düşünme ve tasarım becerileri ile fen bilimleri öğretim programına dayalı yöntemlerle yürütülen kontrol grubunun yaratıcı düşünme ve tasarım becerileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?" Sorusuna cevap aranmıştır.

Bu problem cümlesinin yanında aşağıda verilen alt problemlere de cevap aranmıştır.

1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BYT ön test - son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Biyomimikri uygulamalarının öğrenci çizimlerinde doğadan esinlenerek tasarım yapımları üzerinde etkisi var mıdır?

1.4. VARSAYIMLAR

Bu araştırmada;

- Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılık Testi ölçeğini içtenlikle cevapladıkları, cevaplarına gerçek duygu ve düşüncelerini yansıttıkları varsayılmaktadır.
- Gürültü, ısı, açlık vb. değişkenlerin deney ve kontrol grubu öğrencilerini eşit derecede etkilediği varsayılmıştır.
- Araştırmacı uygulama sürecinde kontrol ve deney grubu öğrencilerine taraflı davranmamış ve öğretim uygulamalarını gerektiği gibi gerçekleştirmiştir.
- Her iki gruptaki öğrencilerin ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farklılığın sadece uygulanan bağımsız değişkenden kaynaklandığı varsayıldı.

1.5. SINIRLILIK

- Bu araştırma 7. sınıf fen bilimleri dersi kapsamında işlenen "3. Ünite: Kuvvet ve Enerji, 5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi ve 7. Ünite: 'Elektrik Devreleri' üniteleri ile sınırlıdır.
- Verilerin toplanması 2021-2022 eğitim öğretim yılı ile sınırlı tutulmuştur.

- Çalışma grubu, araştırmacının görev yaptığı ortaokulda 7. sınıfta iki farklı şubede öğrenim gören 47 öğrenci ile sınırlıdır.
- Yıl içinde 3 hafta, etkinliklerin uygulama sürecinde 4 hafta olmak üzere toplam 7 hafta ve 28 ders saati ile sınırlıdır.
- Veri toplama araçları; "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği" ve araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlikler ile sınırlıdır.

1.6.TANIMLAR

Yaratıcılık: Karmaşık ve tam olarak tanımlanmamış problemlere özgün ve kuramsal olarak işe vuruk çözümler üretilme sürecidir (Scott Scott, G., Leritz, L. ve Mumford, M., 2004).

Bilimsel Yaratıcılık: Bilimsel yaratıcılık, yeni bir problemle karşılaşıldığında ortaya çıkan, insan ihtiyaçları ön safta olan kuram geliştirmek, özgün ürün ortaya koymak için var olan bilgilerin arttırılmasını gerektiren ve daha çok bilimsel yöntem basamaklarında kullanılan yaratıcılık çeşididir (Liang, 2002; Aktamış ve Ergin, 2006).

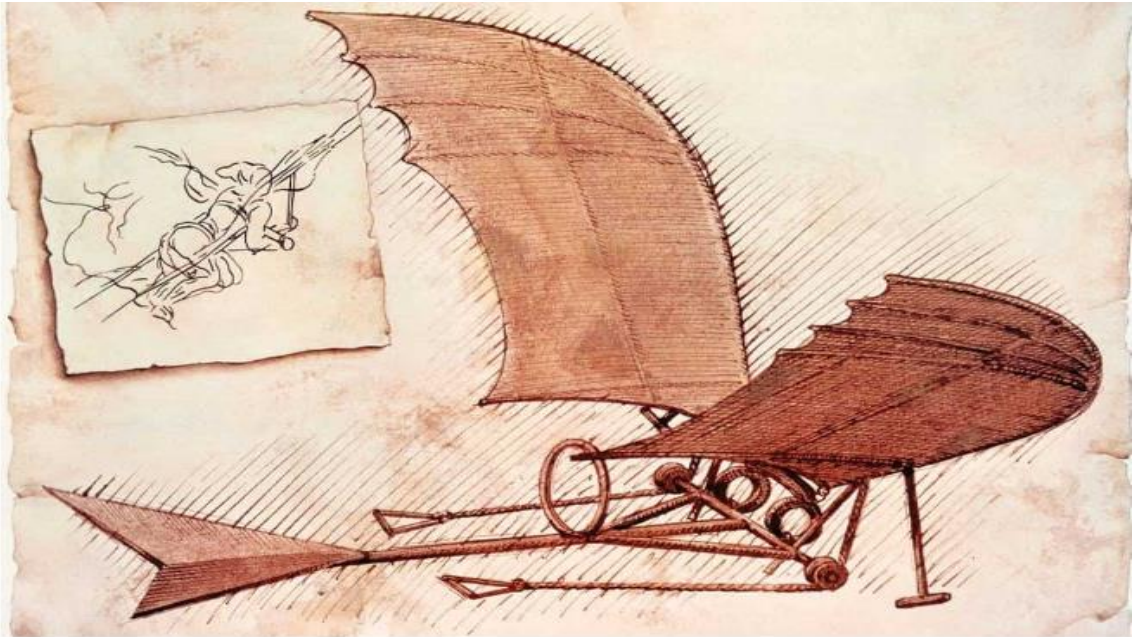
Biyomimikri: Biyo 'yaşam' ve mimikri 'taklit etmek' anlamına gelen yunanca bir sözcüktür (Benyus, 1997).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.1. BIYOMİMİKRI VE TARİHÇESİ

Yaklaşık 4,5 milyar yaşında olan dünyada doğa, canlı ve cansız varlıklar arasında oluşturduğu denge ve ahenk ile mevcudiyetini devam ettirmektedir. Doğanın düzeni, kusursuz bir şekilde yüzlerce, binlerce hatta milyonlarca yıldır işlemekte ve bu düzen, karşısına çıkan her problemi kendi içinde çözümleyerek kusursuzluğunu sürdürmektedir. Doğa sürdürülebilirliğini, sahip olduğu tüm kaynakları en uygun şekilde kullanarak ve minimum enerji ile maksimum verimlilik elde ederek sağlamaktadır (Benyus, 1997).

Doğanın bu kusursuz düzenine hayranlık duyan insanoğlunun eski çağlardan bu yana doğayı gözlemlediği, doğadaki canlıların sahip olduğu yapıları ve işlevleri taklit etmeye çalıştığı bilinmektedir. Bunun en yaygın örneklerinden biri ünlü ressam Leonardo Da Vinci'nin (1452-1519) kuşları gözlemleyerek çizdiği ve ölümünden sonra hayata geçirilen tasarımıdır. Da Vinci tasarımı kuşkanadının işlevsel yapısının öne çıktığı görülür. Bu tasarımın günümüzde kullanılan uçaklara öncülük ettiği söylenebilir (Yener, 2019).



Şekil 2.1. Leonardo Da Vinci-Ordinopter (Altun, 2020).

1851 yılında Joseph Paxton isimli peyzaj mimarı, *Victoria Amazonica* adındaki bir nilüfer çiçeğinden esinlenerek Londra'da 1. Dünya sergisi için Kristal Sarayı inşa etmiştir. Demir kaburgalar ve camdan yapılan bu yapının bulunduğu yerdeki ağaçların da zarar görmeden inşa edilmesi sağlanmıştır. *Victoria Amazonica* çiçeğini inceleyen Paxton, çiçeğin yapraklarının altındaki kaburga benzeri yapıları fark eder. Öyle ki bu yapılar bir insanı bile su üstünde tutabilecek kadar dayanıklıdır (Şekil 2.2). Paxton sarayın çatısındaki demir yapıları çiçeğin yaprağının altındaki damarlı yapıya, cam yapıları ise yaprağın kendisine benzettiği görülür (Meadows, 1999).



Şekil 2.2. *Victoria amazonica* (Tanrıverdi, 2019).



Şekil 2.3. 1851 Joseph Paxton- Kristal Saray (Kavakoğlu, 2015).

İnsanoğlu var oluşundan bu yana doğayı gözlemlemesi, doğadaki canlıların yapısal ve şekilsel olarak incelenerek bununla binalar, teknolojik icatlar, günlük hayatı kolaylaştırıcı aletler üretmesi üzerine birçok örnek verilebilir. Doğadan esinlenme ve bunların günlük hayata uyarlanması ile ilgili kavram olan "biyomimetik" terimini ilk kullanan Amerikan Biyofizikçi Otto Schmitt'tir. Schmitt 1957 yılında Boston'da düzenlenen uluslararası biyofizik kongresinde biyoloji ve teknoloji alanında disiplinler arası bir yaklaşım olabilecek bu kavrama vurgu yapmıştır (Schmitt, 1969; Yener, 2019).

Biyomimikri yunanca bir kelime olup biyo (yaşam) ve mimikri (taklit etme) anlamına gelmektedir (Benyus,1997). Biyomimikrini terimini ilk olarak 1997 yılında Amerikalı doğa bilimleri yazarı Janine M. Benyus "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature (Doğadan İlham Alan İnovasyon)" adlı kitabında kullanmıştır. Benyus günümüzde disiplinler arası bir yaklaşım olarak kabul edilen biyomimikri biliminin kurucusu olarak kabul edilmektedir. Benyus kitabında (1997) tasarımcıların ve biyologların aynı tasarım masasında birlikte çalışarak "Hangi organizma veya ekosistem hayatta kalmalarını, hangi fonksiyonları yerine getirerek sağlıyor?" sorusuna cevap aramaları gerektiğini vurgulamaktadır.

Günümüzde teknolojik ilerlemeler ve artan ihtiyaçlar biyomimikriye olan ilginin artmasına neden olmuştur. Öyle ki birçok üniversite ve kurum bu alanda çalışmalar yapmakta ve bu alanda yapılacak çalışmalara bütçe ayırmaktadırlar. Yurt dışında Harvard Üniversitesi, Duke Üniversitesi, Doshisha Üniversitesi ve daha birçok üniversitede biyomimikri üzerine araştırma yapan bölüm, birim ve araştırma merkezleri açıldığı görülmektedir (Yıldız, 2012).

İncelenen güzel sanatlar, mimari, mühendislik ve eğitim alanındaki çalışmalarda son yıllarda ülkemizde de biyomimikri alanında çalışmaların hızla arttığı görülmüştür (Eryılmaz, 2015; Karabetça, 2016; Yıldız, 2012; Yakışan ve Velioğlu, 2016). Yıldız (2012) çalışmasında biyomimikri alanında yurt dışında 2011 yılında "Biomimicry Professional Certification Programı"nda yüksek lisans eğitimi almış olan Zeynep Arhon ile görüşme yapmıştır. Arhon görüşmede biyomimikriyi yaşamın dehasının bilinçli taklidi olarak tanımlamıştır. Ayrıca biyomimikri ile canlı türlerinin hayatta kalmaları için geliştirdiği strateji ve çözüm yollarının kavranması, doğanın sürdürülebilir döngüsünün taklit edilmesi sayesinde çevreye zarar vermemesinin amaçlanması gerektiğini vurgulamıştır. Özetle tasarımın her aşamasında çevreye duyarlılık ilkesinin temel

alınması gerektiğini belirtmiştir (Yıldız, 2012). Ülkemizde yenilenen teknoloji tasarım dersi öğretim programında biyomimikri kavramına kazanımlarda yer verilmiş ve MEB (2018) tarafından biyomimikri kavramının 'biyotaklit' olarak kullanıldığı görülmüştür.

Benyus'un kurucusu olduğu Biyomimicri Enstitüsü (2006) doğanın dikkate alınması gereken 10 birleştirici modelini şu şekilde sıralamıştır;

1. Doğa, yalnızca ihtiyaç duyduğu enerjiyi kullanır ve serbestçe bulunabilen enerjiye güvenir.
2. Doğa, bilgiyle çalışır.
3. Doğa, tüm malzemeleri geri dönüştürür.
4. Doğa, canlılar için güvenli olan kimya ve malzemeleri kullanır.
5. Doğa, olumsuzluklara karşı dirençlidir.
6. Doğa, mevcut kaynakları kullanarak inşa eder, nadir kaynakları yalnızca tutumlu bir şekilde birleştirir.
7. Doğa, maksimize etmek yerine optimize etme eğilimindedir.
8. Doğa, yerel olarak uyumludur ve duyarlıdır.
9. Doğa, karşılıklı yarar sağlar.
10. Doğa, işlevselliği belirlemek için şekli kullanır.

Biyomimikrinin doğadan esinlenme tasarım basamakları ise;

1. Tanımlama
2. Gözlemleme
3. Keşfetme
4. Tasarlama
5. Taklit etme
6. Değerlendirme

Olarak sıralanmaktadır (Biyomimikri Enstitü, 2006)

Araştırmacılar biyomimetik tasarım sürecinde; insan ihtiyacı ya da tasarım problemi tanımladıktan sonra bu problemi çözmek için doğadaki diğer organizma ya da ekosistemlerin yöntemini bulmaya çalışırlar (Yener, 2019). Günümüzde büyük şirketler üretim ve yapım aşamasında tasarımcı ve biyologlarla birlikte çalışarak problemlere doğadan akılcı çözümler bulmaktadırlar. Bu konuda fikir sahibi olmak için biyomimikri örneklerini incelemek faydalı olacaktır.

2.1.1. Biyomimikri Örnekleri



Şekil 2. 4. Cırt-cırt Bant (Velcro)- Pıtrak otu (Kılıç, 2022).

Şekil 2.4'te biyomimikrinin en çok bilinen ve günlük hayatta hemen hemen her alanda kullanılan örneği olan cırt- cırt bant ve esin kaynağı olan pıtrak otu yer almaktadır. Cırt - cırdın hikayesi İsveçli mühendis Georges de Mestral'in Alp Dağları'nda av köpeğiyle yaptığı yürüyüşte pantolonun paçalarına ve köpeğinin tüyelerine yapışan pıtrak otu (*Xanthium spinosum*) meyveleri fark etmesi ile başlar. Mestral büyüteç yardımı ile pıtrak otu meyvelerini inceler ve yüzlerce minik kanca görür. Bu incelemelerden edindiği verilere dayanarak Mestral 10 yıllık bir çalışma sonucunda **Velcro** adını verdiği cırt- cırt bandı icat eder. Bu fikrin 1951 yılında İsveç'te patenti alınmıştır (İnan, 2019).



Şekil 2.5. Köpekbalığı derisi ve yüzücü mayosu (Kılıç, 2022).

Speedo Fastskin yüzücü mayosu; köpek balıklarının mikroskop altında şeritler içeren derilerinin yapısından esinlenilerek tasarlanmıştır. Araştırmacılar köpek balıklarının derilerinde yer alan girinti ve çıkıntılı gibi duran deri dişçığı adlı yapılarından

esinlenmişlerdir. Bu yapı sayesinde köpek balığı yüzerken su ile arasındaki sürtünme direnci azalır. Sürtünme direncine daha az maruz kalan köpek balığı suda daha süratli yüzebilmektedir. Ani dönüşler yapamadığı bilinen köpekbالیğının bu yapısı hayatta kalması için ona üstünlük sağlar. 2000 yılında Sydney'de yapılan Dünya Olimpiyatlarında altın madalya kazanan 14 yüzücüden 11'inin bu mayolardan kullandığı tespit edilmiş, bu nedenle günümüzde bu mayoların olimpiyatlarda kullanılması yasaklanmıştır (Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneği, 2021).



Şekil 2.6. Zimbabve'nin Harare şehrindeki Eastgate Binası- Termit Kuleleri (Yıldız, 2012).

Termit kolonileri yuvalarını inşa ederken yuvanın havalandırılması, ortam sıcaklığının sabit olması ve nem oranının belirli seviyede kalması için özel kanallarla hava akımı sağlarlar. Yazın Afrika'nın kavurucu sıcaklarında boyları 4-5 metreye ulaşan yuvalarının iç sıcaklığının sabit olması termitlerin hayatta kalması için önemlidir. Zimbabve'nin başkenti olan Harare şehrinde 1996 yılında inşa edilen “Eastgate Building” alış-veriş merkezinde termit kolonilerinin kullandığı havalandırma ilkelerinden esinlenilmiştir. Eastgate Building için hiç klima ünitesi kullanılmaması, klimaların kullanacağı elektriğin tasarruf edilmesini sağlamış ve insanlar problemlerinin çözümünü doğanın asıl mühendis ve tasarımcılarında bulmuştur (Yıldız, 2012).



Şekil 2.7. Japon 500 serisi hız treni- Yalıçapkını kuşu (Kılıç, 2022).

Bir balıkçıl türü olan yalıçapkını kuşu hız treni üreten Japon tren yolu şirketine esin kaynağı olmuştur. Yalıçapkını kuşu direnci az olan hava ortamından direnci çok olan su ortamına geçerek balık avlamakta ve beslenmektedir. Suyu dalan yalıçapkını kuşunun su yüzeyinde neredeyse hiç titreşim oluşturmada hareket etmesi tren yolu şirketinin trenin şef mühendisi ve bir kuş gözlemcisi olan Eiji Nakatsu' nun dikkatini çeker. Şirket bir süredir saatte 300 km/h sürata ulaşan ve tünel giriş-çıkışlarında hava direnci farkından kaynaklanan basınçla ses patlamaları oluşturan tren tasarımına çözüm aramaktadır. Yapılan araştırmalar sonucu kuşun gaga yapısının iki ortam arasındaki basınç farkını azaltan bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle kuş gagasının fonksiyonel yapısından esinlenilerek teknolojik alanda yaşanan bir sorun çözümlenmiştir (Altun, 2011).



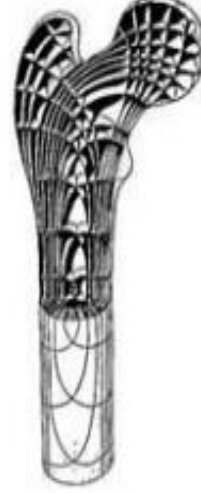
Şekil 2.8. Kir tutmaz boya - Lotus Çiçeği (Kılıç, 2022).

Lotus çiçeği yapraklarının yapısı, kir tutmaz kumaşlar, dış cephe boyaları ve boya malzemelerine esin kaynağı olmuştur. Lotus çiçeğinin yaprakları elektron mikroskobu altında incelendiğinde yapısında tırnak şeklinde çıkıntılar olduğu görülmüştür. Bu yapılar sayesinde Asya'da sulak çamurluk alanda yetişen bitkinin kir tutmadığı gözlenmiş ve bu yapısal özellik kir tutmayan kumaşlar, boyalar, mikro fiber temizlik bezleri, tekstil ürünleri ve nanoteknolojik ürünler gibi birçok alanda kullanılmıştır (Sürgü, 2022).



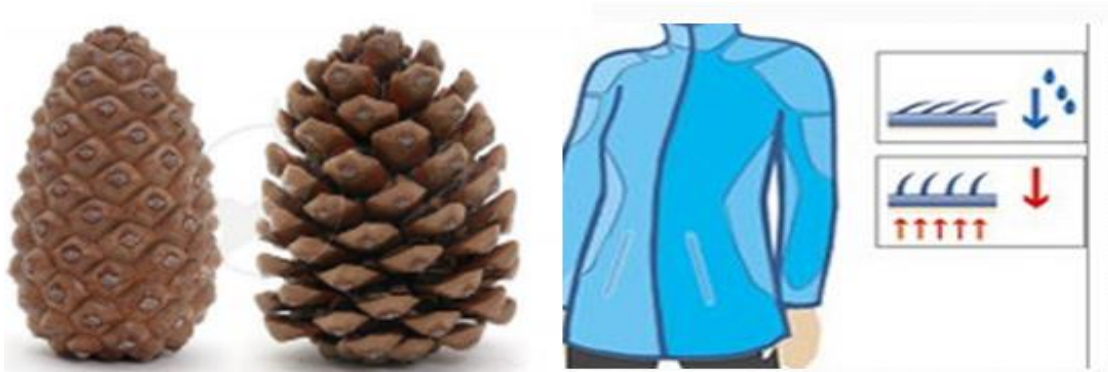
Şekil 2.9. Rüzgar türbinleri- Kambur balina yüzgeci (Kılıç, 2022).

Kambur balinanın yüzgeç yapısındaki yumrulu ve tümsekli yapıdan oluşan tüberküllerden rüzgar türbinlerinin kanatları tasarlanmıştır. Bu tüberküller balina için suda ek bir kaldırma kuvveti oluştur ve böylece suda ilerlerken, yüzgeçlerini çok az eğerek bile süratini azaltmadan ilerleyebilir. Rüzgâr enerjisinden yararlanılarak enerji üreten rüzgar türbinlerinin kanatlarındaki tüberküllu yapı ile havanın sürtünme kuvveti azaltılarak enerji kaybının önlenmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle canlının yapısal özelliği taklit edilerek enerji tasarrufu sağlanmıştır (Başak ve Demirhan, 2017)



Şekil 2.10. Eyfel kulesi- Uyluk kemiği (Yıldız, 2012).

Biyomimikrinin mimari alandaki ilk örneklerinden Eyfel kulesinin yapısına esin kaynağı, insan vücudunun ağırlığını taşıyan uyluk kemiği olmuştur. Zürih'te anatomi profesörü olan Hermann Von Mayer, dışı her ne kadar sert bir yapı ile çevrili olsa da, uyluk kemiğinin baş kısmında farklı büyüklükte birçok gözenek ve kafesli yapıdan oluştuğunu gözlemlemiştir. Kemiğe dayanıklılık veren bu yapısal özellik 1889 yılında inşa edilen Eyfel Kulesi'ne esin kaynağı olmuştur. Kemiklerdeki kafesli yapı günümüzde de inşaat sektöründe kullanımı yaygınlaşan bir uygulama haline gelmiştir. Bu teknik ile malzemeden tasarruf sağlanırken inşa edilen binanın daha sağlam olması sağlanmaktadır (Yıldız, 2012).



Şekil 2.11. Çam kozalağı- Akıllı giysi (Zhao, 2017).

Çam kozalağı sıcak havada açılırken nemli havada kapalı konumda olur. Çam kozalağının bu özelliğinden esinlenilerek küçük gözenekleri olan, vücut ısısı arttıkça açılan ve serinlemeyi sağlayan, vücut ısısı düşünce tekrar kapanan akıllı giysiler tasarlanmıştır.

Günümüzde birçok ünlü giyim firması çam kozalağının bu özelliğinden ilham alarak akıllı giysi ve ayakkabılar üretmektedir (Kanat, 2023).

2.2. FEN EĞİTİMİNDE BİYOMİMİKRI

"Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek" fen bilimleri dersi öğretim programının temel amaçları arasında yer almaktadır (MEB, 2018). Bu amacın biyomimikrinin yaklaşımı ile örtüştüğü ve fen bilimlerinde doğanın incelenmesi ve özelliklerinin kavratılması açısından biyomimikri ile ilgili yurt içi ve yurt dışı çalışmaların giderek arttığı görülmektedir. Yapılan çalışma örneklerine alt başlıklarda değinilmiştir.

2.2.2. Fen Eğitiminde Biyomimikri İle İlgili Alanyazın

2.2.2.1. Ulusal Alanyazın

Yakışan ve Velioğlu (2019) çalışmalarında ilkokul öğrencilerinden hayvanların niteliklerinden faydalananarak biyomimikri ürünler tasarlamalarını ve tasarımları ile ilgili çizimler yapmalarını istemişlerdir. Çalışmanın katılımcı grubunu 58 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Nitel araştırma yöntemi kullanılan çalışmada verilerin analizleri betimsel olarak yapılmıştır. Analizlere göre araştırmaya katılan öğrencilerin hayvanların farklı özelliklerine göre çeşitli teknolojik ürünler tasarlayıp çizdikleri, çizimlerinde yaşadıkları çevrenin ve oynadıkları bilgisayar oyunlarının etkili olduğu görülmüştür.

Avcı (2019) biyomimikri biliminin, öğrencilerde yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimine yönelik etkisini ve STEM eğitimi ile bağlantısını araştırmıştır. Çalışma için 1997 ile 2019 yılları arasında gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Veriler için betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Çalışmaya göre biyomimikri tasarım çalışmalarının uygulamalı olarak okullarda işlenmesi doğayı seven, bilim ve teknoloji için yaratıcı olan ve geleceğe yönelik gelişim gösteren bireyler yetiştirmek için oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir.

Çakır (2019) biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri ile ilgili farkındalıklarını araştırmıştır. Araştırmaya, Ankara ilinin bir devlet üniversitesinde biyoloji öğretmenliği bölümünden 78 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcıların biyomimikri hakkındaki

farkındalıkları için veri toplama aracı olarak anket uygulanmıştır. Uygulanan anket ile biyomimikri farkındalıkları, öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri, ders başarıları ve cinsiyet değişkenleri açısından değerlendirilmiştir. Veri analizi sonuçlarına göre, sınıf düzeyleri açısından incelendiğinde öğretmen adaylarının son sınıfa doğru yaklaştıkça biyomimikri ile ilgili farkındalıklarının yükseldiği, ders başarıları ile biyomimikri hakkındaki farkındalıkları arasında önemli bir fark olmadığı, cinsiyet açısından bakıldığında ise biyomimikri disiplinine olan farkındalık erkek öğrencilerde daha yüksek olduğu sonucu çıkmıştır.

Yıldırım (2019) araştırmasında, fen bilgisi 3. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının STEM eğitiminin biyomimikri uygulamalarına ilişkin görüşlerini incelemiştir. STEM eğitiminde biyomimikri görüşme formu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda; STEM eğitiminde biyomimikri uygulamaları için öğretmen adayları pozitif görüşler bildirmişlerdir. Bu tür uygulamaların derslerde kullanmak için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının diğer eğitim düzeylerinde de uygulanabileceği tavsiye edilmiştir.

Velioğlu (2019) çalışmasında, öğrencilerinin hayvanların özelliklerinden esinlenerek tasarladıkları teknolojik ürünlerin, yaptıkları çizimler ve modeller aracılığı ile incelenmesini amaçlamaktadır. Çalışmanın yöntemi, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasıdır ve veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları “Kendim seçiyor, kendim tasarlıyorum” ve “Hayvanlardan ilham alalım teknolojik ürün tasarlayalım” çalışma kâğıtları, “Öğrenci Günlükleri”, “Öğrenci Tasarım Değerlendirme Ölçeği” ve öğrenci mülakatlarıdır. Araştırma sonucuna göre öğrencilerin tasarlamış oldukları teknolojik ürün modellerinin çoğunluğunun askeri araçlar olduğu tespit edilmiştir.

Çoban (2019) araştırmasında, biyomimikriyi bir öğretim yaklaşımı olarak fen eğitimine uyarlamayı amaçlamıştır. Çalışmanın modeli, nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırmasıdır. Geliştirilen “Biyomimikri Öğretim Yaklaşımı”, araştırmacı tarafından 5. Sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Model üç aşama içermektedir. İlk olarak canlıları gözlemleme ve yapı ile fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi; ikinci adımda, “biyomimikrinin” öğrencilere örnekleriyle tanıtılması; son adımda ise öğrencilerin “Biyomimikri Tasarım Modeli” kapsamında öğrendiklerinin uygulamasıdır. Çalışmanın

sonucunda 5. sınıf öğrencilerinin, doğadaki canlılardan esinlendikleri ve yaratıcı, işlevsel fikirler ürettikleri görülmüştür.

Alperen (2020) çalışmasında, fen bilimleri dersinde geliştirdiği biyomimikri içerikli ders materyallerinin uygulama sürecindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma 5. sınıfta öğrenim gören 68 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada veriler, biyomimikri modelleme ve sunum rubriği, mühendislik ekip çalışması portfolyoları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin ortaya çıkarttığı ürünlerde mühendislik tasarım süreci aşamalarını kullandıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin biyomimikriye yönelik algılarının ve teknoloji - doğa ilişkisi hakkındaki farkındalıklarının da arttığı görülmüştür.

Kaya (2022) araştırmasında, STEM eğitime yönelik biyomimikri uygulamaları ile hazırlanmış olan etkinliklerin, 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden eşitlenmemiş kontrol grublu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın verileri "Akademik Başarı Testi (ABT), Duyuşsal eğilim ölçeği ve Davranış ölçeği" ile toplanmıştır. Araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin akademik başarı, duyuşsal eğilimler ve çevreye yönelik sorumlu davranış ön test-son test puanları arasında son testi lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ancak deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı, duyuşsal eğilimler ve çevreye yönelik sorumlu davranış son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Gökgöz (2022) çalışmasında öğretmen adaylarının dolaşım sistemi konusuna ait olan kalbin yapısı, işleyişi gibi özelliklerinden esinlenerek geliştirdikleri teknolojik ürün tasarımlarına yönelik biyomimikri algılarının yaptıkları çizimler ve açıklamalar yolu ile belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemi farklı sınıf seviyelerinde öğrenim gören 33 öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak geliştirilen 8 adet çalışma kâğıdı kalbin yapısı ve işleyişini içeren sorular içermekte olup öğrencilerin tasarlamayı düşündükleri teknolojik ürünlere ait “çizimler” ve “açıklamalar” kullanılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda, öğretmen adaylarının daha çok günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri dikkate aldıkları ve bu problem durumlarını çözmeye yönelik teknolojik

ürünler ile ilgili tasarımlar yaptıkları ve bu çizimlerde sosyal çevrelerinden etkilendikleri görülmüştür.

Sürgü (2022) araştırmasında, biyotaklit konusunun Teknoloji ve Tasarım dersi kapsamında işlenmesinin 8. sınıf öğrencilerinin üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada eylem araştırması deseni kullanılmıştır. Araştırma verileri; gözlem, görüşme, döküman ve görsel işitsel materyallerden elde edilmiştir. Biyotaklit konusu normal programa ek olarak 4 haftaya ve ders dışı zamanlara yayılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin doğaya olan ilgileri artmış ve öğrenciler doğayı bir öğretmen olarak görmeye başlamışlardır. Biyotaklit konusunun, öğrencilerin büyük çoğunluğunda hayal etme, yaratıcı fikirler üretme ve tasarım ortaya koyma konusunda olumlu katkılar sağladığı görülmüştür.

Yurt içinde yapılan çalışmalarda ilkokul 4. sınıf, ortaokul 5. ve 8. sınıf düzeylerinde, yüksek öğretimde ise öğretmen adayları ile çalışmalar yaptıkları görülmektedir. Çalışmalarda nitel araştırma yöntemlerinin ağırlıklı olduğu görülmektedir. İlkokul ve ortaokul seviyesinde biyomimikri yaklaşımının fark edilmesi ve doğanın gözlemlenmesine ağırlıklı olarak yer verilmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda ise fen bilimleri ve biyoloji dersleri öğretmen adaylarında biyomimikri alanında farkındalık oluşması, çevre bilinci gelişmesi, meslek hayatında konularına entegre ederek işlemlerinin amaçlandığı görülmüştür. Ülkemizde eğitim alanında biyomimikri çalışmalarının son yıllarda giderek arttığı görülmektedir.

2.2.2.2. Uluslararası Alanyazın

2005 yılında Janine Benyus tarafından kurulan Biyomimikri Enstitüsü, biyomimikrinin eğitim alanına entegre edilmesi amacıyla okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite seviyelerinde çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Bu enstitü okul öncesinden ilköğretime kadar K-5 eğitimleri ile öğrencilere biyomimikri eğitim deneyimleri sunmaktadır. Ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik "Gençlik Tasarım Yarışması (YDA)" ile proje tabanlı bir öğrenme deneyimi sağlanmaktadır. Üniversite öğrencilerine yönelik "Küresel Biyomimikri Tasarım Yarışması" ile gençlerin doğanın akılcı çözümleri ile tasarımları için teşvik edildiği görülmektedir.

Alavad ve Mahgoub (2014) çalışmalarında, yükseköğretimde sanat eğitimi öğrencilerinin düşünme becerilerini geliştirmek için biyomimikri öğretiminin etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada betimsel, analitik ve deneysel yöntemler kullanılmıştır.

Çalışmanın örneklemini, Hartum Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde, 2012 – 2013 yılları arasında, üçüncü sınıfta öğrenim gören 30 öğrenciden oluşmaktadır. İlk olarak 30 öğrenciden halı, battaniye ya da giysi gibi bir doku tasarımı çizimleri istenmiştir. Daha sonra her öğrenciye üstlenmesi için aynı görev verilmiş, dokuya dayalı başka bir tasarım çizimleri istenmiştir. Her uygulama sonrası çizimler puanlanarak veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin tasarım kararlarının ve düşünme becerilerinin biyomimikri programından sonra geliştiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla bu programın sanat eğitimi alan öğrencilerin tasarımlarına yardımcı olduğu, yaratıcılıklarını ve düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Soja (2014) araştırmasında, öğrenciler yerel bir taş ocağında bulunan devoniyel fosilleri incelemiştir. Fosillerin incelenmesi ile öğrencilerin biyolojik çeşitliliği, biçimi, işlevi, antik ve modern yaşamın biyomimikri potansiyelini fark etmeleri amaçlanmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin biyo-ilhamlı tasarımların insan problemlerini sürdürülebilir bir şekilde nasıl çözebileceğine dair bilgiler edinirken, türlerin korunmasının önemi hakkındaki farkındalıklarının da artacağı vurgulanmıştır.

Kim (2019) çalışmasında, teknoloji eğitime dayalı bir biyomimikri robot eğitim programı geliştirip uygulamış ve etkilerini incelemiştir. Bunun için biyomimetik bir robot eğitim programı geliştirilmiş ve teknoloji alanlarındaki üstün zekâlılar eğitime uygulanarak memnuniyetle birlikte etkilerinin değişimini incelenmiştir. Çalışmada karma desen kullanılmıştır. Çalışmada teknolojik problem çözme adımlarından oluşan toplam 15 saatin üzerinde gerçekleştirilen biyomimikri robot eğitim programı uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, öğrencilerin teknolojik problem çözme eğilimlerinde ve robotlara yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Sumrall ve Robinson (2018) çalışmalarında, küçük çocukların kavraması zor bir kavram olan biyomimikriyi birinci sınıf öğrencilerinin kavramasını amaçlamaktadırlar. Bunun için geliştirilen bir grup etkinliği kullanmıştır. Etkinlikler, birçok öğrencinin deneyimlediği bir kavram olan kamuflaj hakkında bir sınıf tartışmasıyla başlamış, ardından öğrenciler bir inşaat kağıdı parçasından hızlıca renkli noktalar toplamalarının istendiği bir etkinliğe katılmışlardır. Daha sonra öğrenciler, birçok kişinin aşına olduğu bir öge olan Velcro (cırt-cırt bant) ile bir hikâye aracılığıyla tanıştırılarak biyomimikri terimi açıkça tanımlanmıştır. Son aşamada öğrencilerin kendi biyomimikri fikirlerini araştırarak ve bulgularıyla kısa bir sunum hazırlamaları istenmiştir. Biyomimikri

Enstitüsü'nün Doğaya Sor web sitesindeki kaynakların ve Biometric Institute 2008'deki bir dizi öğrenme merkezinin kullanımıyla, öğrencilerden doğada insanlar için bazı pratik kullanımların olabileceği bir araştırma yapmaları istenmiştir. Öğrenme merkezlerini kullanan öğrenciler, araştırma bulgularını detaylandıran kısa bir sunum hazırlamışlardır. Bu aktivite boyunca öğrenciler, okuma becerilerine, yaratıcılığa ve sosyallığe verilen önemle dört kişilik gruplar halinde işbirliği içinde çalışmışlardır. Araştırma sonucunda elde edilen gözlemlerle küçük yaş grubundaki öğrencilerde biyomimikri ile doğa ve günlük yaşam arasında bağlantı kurdukları ve farkındalıklarının arttığı görülmüştür.

Sanne vd. (2019) çalışmalarında K12 öğrencilerinin matematik ve biyoloji arasında bir köprü olarak mühendisliğe ilham veren biyomimikri bilimini fark etmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla dört ders modülü ve bir laboratuvar çalışması hazırlanmıştır. İlk modülde, çeşitli mühendislik türleri sunulmuştur. İkinci bölümde, matematiğin niteliksel açıdan belirli yönleri tanıtılmış, üçüncü bölümde, niteliksel ve görsel olarak termodinamiğin temelini oluşturan temel matematiği tartışılmıştır. Dördüncüsünde ise öğrenciler biyomimikri dünyasıyla tanıştırılmıştır. Daha sonra matematik ve biyomimikri, bir projeden ödünç alınan laboratuvar deneyimiyle birleştirilmiştir. Sonuç olarak, biyomimikrideki çabalar matematiğe ve mühendisliğe bir köprü olarak kullanılmış ve öğrencilerin farkındalığının arttığı görülmüştür.

Yurt dışında eğitim alanında biyomimikri ile ilgili çalışmaların daha eski olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin biyomimikri alanında farkındalıklarının gelişmesinin yanı sıra biyomimikrinin matematik, fizik ve biyoloji alanlarıyla ilişkisinin kavratılmasına yönelik karma çalışmalara yer verildiği görülmektedir.

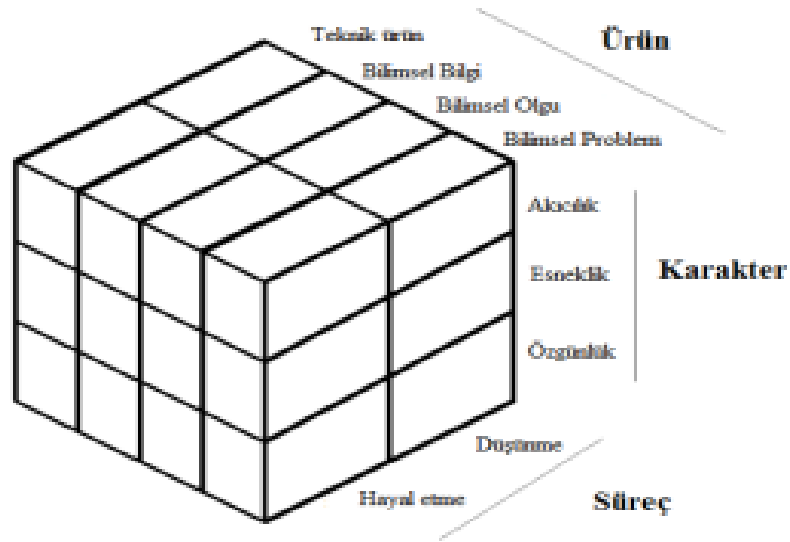
2.3. BİLİMSEL YARATICILIK

Yaratıcılık; tam olarak tanımlanmamış problem durumlarına özgün çözümler bulma ve bu çözümlerin kuramsal olarak işlevsel olma süreci olarak tanımlanabilir (Scott, Leritz, & Mumford, 2004). Bu yönüyle yaratıcılığı biyomimikrinin günlük hayattaki problem durumlarına çözüm bulma sürecine benzetebiliriz. Senemoğlu 'na (1996) göre yaratıcı düşünme bir toplumun gelişmesi için gerekli unsurlardan biridir. Toplamların ilerlemesi

ise okullarda yaratıcı düşüncenin desteklenmesi ve bu yönde çalışmaların artırılması ile mümkün olabilir.

Fen bilimleri ile ilgili yaratıcılıktan bahsedecek olursak bilimsel yaratıcılıktan bahsetmemiz gerekir. Çünkü bilimsel yaratıcılık olaylara, kuramsal çerçeveye eklemeler yapabilme, mevcut teorileri sorgulama ve gerekirse değiştirme, yeni teorileri alana ekleme özelliklerini taşır (Liang, 2002).

Bilimsel yaratıcılık üzerine yapılan çalışmalardan Hu ve Adey'in (2002) oluşturduğu yapı modeli üç kategoriyi içermektedir. Bunlar süreç, karakter ve ürün kategorileridir.



Şekil 2.12. Bilimsel Yaratıcılık Yapısal Modeli (Hu ve Adey , 2002)

2.4. FEN EĞİTİMİ VE BİLİMSEL YARATICILIK

Fen bilimleri alanında yaratıcı düşünme bilimsel yaratıcılık olarak ifade edilmekte ve kullanılmaktadır. Fen bilimlerinde yaratıcı düşünme ile ilgili yapılan çalışmalarda bilimsel yaratıcılığı ölçen çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmalara örnekler aşağıda verilmiştir.

2.4.4. Fen Eğitiminde Bilimsel Yaratıcılık İle İlgili Alanyazın

2.4.4.1. Ulusal Alanyazın

Aktamış (2007) araştırmasında, bilimsel süreç becerileri eğitimi sonucunda öğrencilerin; bilimsel yaratıcılıklarında, fen tutumlarında, fen başarılarında ve bilimsel

süreç becerilerini kullanabilme durumlarında ve uygulamanın içeriğine yönelik düşüncelerinde oluşabilecek farklılığı incelenmeyi amaçlamıştır. Araştırmada ön ölçüm-son ölçüm kontrol gruplu deneme modeli kullanılmıştır. Verilerin toplanması sürecinde ise “Kuvvet ve Hareketin Buluşması-Enerji” ünitesi Başarı Ölçeği, "Fen'e Yönelik Tutum Ölçeği", "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği", "Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği" uygulanmış olup ayrıca çalışma yaprakları ve öğrencilerin yazılı görüşleri kullanılmıştır. Verilerin analiz edilmiş, sonuçta öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılıkları arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel süreç becerileri eğitiminin, öğrencilerin başarılarını, bilimsel süreç becerilerini kullanabilme düzeylerini arttırdığı görülmüştür. Bilimsel süreç becerileri eğitimi alan grubun bilimsel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı bir artış görülürken fen dersine yönelik tutumlarında ise geleneksel yöntemle eğitim verilen gruba göre anlamlı bir gelişme olmadığı görülmüştür.

Kılıç (2011) araştırmasında, sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve bilimsel tutum düzeylerini ve bunlar arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçlamıştır. Ayrıca öğrencilerin, bilimsel yaratıcılık ve bilimsel tutum düzeylerini kişisel özellikleri açısından da incelenmiştir. Verilerin toplanmasında "Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)" ve "Bilimsel Tutum Ölçeği (BTÖ)" kullanılmıştır. Kişisel özelliklerini belirlemek için ise "kişisel bilgi formu" kullanılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeyleri ve bilimsel tutum düzeylerinin orta düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin çeşitli kişisel özellikleri ile bilimsel yaratıcılık ve bilimsel tutum düzeylerinin gelir durumunun, internet kullanımının ve ailenin eğitim durumun artmasına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin fen başarılarını yüksek olmasının, kendine ait bir odaya sahip olmalarının da olumlu yönde etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Cinsiyet bakımından ise kız öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ve bilimsel tutum düzeylerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılırken, dergi okumanın herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sevda (2011) araştırmasında, 7. sınıf öğrencilerinin cinsiyet, okul türü, SBS'deki fen başarı değişkenleri ile bilimsel yaratıcılıkları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemi 8 (5 devlet, 3 özel) farklı okulda öğrenim gören 317 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmada Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen Türkçeye Aktamış'ın (2007) uyarladığı 'Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği' kullanılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin SBS'de gösterdikleri fen dersi başarıları ile bilimsel yaratıcılıkları

arasında düşük düzeyde bir ilişki tespit edilmiş, cinsiyetleri ve okudukları okul türüne göre anlamlı düzeyde bir fark bulunamamıştır.

Kurtuluş (2012) araştırmasında, fen ve teknoloji dersinde yaratıcı düşünmeyi destekleyecek uygulamaların ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesini amaçlamıştır. Araştırmada yarı deneysel desenlerden eşleştirilmiş desen kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak "Bilimsel Yaratıcılık Testi", "Bilimsel Süreç Beceri Testi" ve araştırma için geliştirilen "Akademik Başarı Testi" gruplara ön test-son test şeklinde uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerinden ayrıca ders gözlemleri ve görüşmelerle nitel veriler toplanmıştır. Uygulama sonrasında yaratıcı düşünme becerisinin, bağımlı değişkenlere göre deney grubu lehine anlamlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Akdeniz (2014) çalışmasının amacı, biyoloji dersi ile öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Araştırmada paralel karma yöntem modeli kullanılmıştır. Araştırmada farklı illerden seçilmiş olan biyoloji öğretmenlerinin görüşleri nitel verileri, lise öğrenciline uygulanan testlerden elde edilen veriler ise nicel verileri oluşturmuştur. Araştırmada öğrencilere 'Bilimsel Yaratıcılık Testi' ve 'Kazanım Değerlendirme Ölçeği' uygulanırken Biyoloji öğretmenlerinde 'Öğretmen Görüş Belirtme Formu' kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin orta düzeyde olduğu görülmüş, öğrencilerin biyoloji dersi akademik başarı puanları ile bilimsel yaratıcılık puanları arasında istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilirken, bilimsel yaratıcılık puanlarında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Biyoloji öğretmenleri çalışma ile ilgili ağırlıklı olarak olumlu görüşler bildirmiştir. Biyoloji öğretmenleri, öğrencilerde yaratıcı düşünmenin geliştirilmesi için derslerde deney yapılması, düşündürücü soruların sorulması, farklı yöntem ve tekniklerin kumlanması ve ders dışı gezilere yer verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Yılmaz (2019) çalışmasında, fen eğitimi için çok önemli olan bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası okuryazarlığı arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada betimsel araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemi iki ayrı ortaokulda 6., 7. ve 8. sınıfta öğrenim gören 300 öğrenciden oluşmuştur. Verilerin toplanmasında "Bilimsel Yaratıcılık Testi" ve "Bilimin Doğası Okuryazarlığı Testi" kullanılmıştır. Sonuçta; farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğrencilerden 6. sınıfların, cinsiyete göre ise kız öğrencilerin bilimin doğası okuryazarlık ortalama puanlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca sınıf

seviyesine göre 7. sınıf öğrencilerinin diğer sınıf seviyelerine göre bilimsel yaratıcılık düzeyi ortalama puanlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Dadaylı (2020) çalışmasında, ortaokul 5. sınıf fen bilimleri eğitsel oyunlarla öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desenin “ön test-son test kontrol gruplu modeli” kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak kuvvet ve hareket konusunda araştırmacının geliştirdiği "Akademik Başarı Testi" kullanılmıştır. Ayrıca "Bilimsel Yaratıcılık Testi" gruplara ön test-son test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda eğitsel oyun etkinlikleri ile gerçekleştirilen öğretimin 5. sınıf öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ve akademik başarıları üzerine olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir.

Gülap (2020) araştırmasında, fen bilimleri dersinde ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik öğretim etkinliklerinin uygulanması sonucunda meydana gelecek değişimleri incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada nicel verilerin toplanmasında "Bilimsel Yaratıcılık Testi", nitel veri toplanmasında ise yarı yapılandırılmış ikili görüşmeler kullanılmıştır. Tasarlanan etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığı tespit edilirken, derslerin daha eğlenceli bir hale geldiği öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Sonuç olarak bilimsel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik etkinliklerin fen bilimleri dersine uyarlanabileceği tavsiye edilmiştir. Öğretmenlerin derslerde kullanacakları farklı yöntem ve uygulamalarla öğrencilerde yaratıcı düşünmeyi desteklemeleri gerektiği de vurgulanmaktadır.

Yurt içinde fen bilimlerinde bilimsel yaratıcılık ile ilgili yapılan çalışmalarda hem karma hem de nitel çalışmalara yer verildiği görülmektedir. Ortaokul ve lise öğrencileri ile çalışmalar yapılmıştır. Ortaokul seviyesinde fen bilimleri dersinde bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesine yönelik farklı yöntemler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Araştırmamızda kullandığımız BYT ölçeğinin kullanıldığı çalışmalarda, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ile çeşitli değişkenler arasındaki ilişkinin araştırıldığı görülmüştür. Çalışmalarda yapılan uygulamalar sonucunda deney grubu öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarında anlamlı farklılık tespit edildiği görülmektedir. Kız öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin erkek öğrencilere göre daha yüksek olduğu da çalışmalarda tespit edilmiştir.

2.4.4.2. Uluslararası Alanyazın

Qiang vd. (2018) çalışmalarında eleştirel düşünme eğilimi ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkiyi araştırmayı bu değişkenlere öz yeterliliğin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 1153 Çinli lise öğrencisinden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak "Eleştirel Düşünme Eğilimi Envanteri", "Yaratıcı öz-yeterlik ölçeği" ve "Bilimsel Yaratıcılık Testi" kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinin, yaratıcı benlik kavramları ve bilimsel yaratıcılıkları ile olumlu bir yönde ilişkili olduğu tespit edilirken; yaratıcı benlik kavramlarının, eleştirel düşünme eğilimleri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki bağlantıya aracılık ettiği görülmüştür

Doyan vd. (2020) çalışmalarında 8. sınıf öğrencilerinin hafif ve optik ekipmanlarla ilgili bilimsel yaratıcılığını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için gerçek medya destekli rehberli sorgulama modelleriyle fen öğrenme araçları geliştirmeyi amaçlamışlardır. Cihaz kullanılmadan önce dört uzman tarafından doğrulanmış ve geliştirilen cihazın öğrenmede kullanıma uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Verilerin toplama "Bilimsel Yaratıcılık Testi" ve "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" kullanılmıştır. Testlerden elde edilen veriler sonucunda; gerçek medya destekli sorgulama modeli ile geliştirilen öğrenme cihazının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede oldukça etkili olduğu görülmüştür.

Zainuddin vd. (2020) çalışmalarında yaratıcı sorumluluğa dayalı öğrenmede bilimsel bilgi ve bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkiyi bulmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmanın örneklemini, Endonezya'daki Lambung Mangkurat Üniversitesi'nde fen, fizik, kimya ve biyoloji eğitimi alan 83 öğrenciyi içermektedir. Veriler bilimsel bilgi testleri, bilimsel süreç becerileri testleri ve bilimsel yaratıcılık testleri ile toplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre bilimsel bilgi ve bilimsel yaratıcılık pozitif, ancak anlamlı olmayan bir ilişkiye sahipken; bilimsel yaratıcılık ile bilimsel süreç becerilerinin birleştiricisi olarak bilimsel bilginin ustalığına ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bilimsel süreç becerileri, bilimsel yaratıcılıkla olumlu ve önemli ölçüde ilişkili olduğu ve hem bilimsel bilgi hem de bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılıkla eş zamanlı bir korelasyonu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Oliveira vd. (2021) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin biyoloji dersinde yaratıcı performans ve yenilikçi bilme yolları için bir sıçrama tahtası görevi gören açık uçlu öğrenci çiziminin potansiyelinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada araştırmacının

hazırladığı PowerPoint slaytlarındaki görüntüler görsel uyaran olarak öğrencilere izletilmiş ardından veri toplama aracı olarak kullanılan öğrencilerin açık uçlu bir çizim görevine verdiği yanıtlar ve bu çizimlerin üretildiği sosyokültürel bağlam incelenmiştir. Tasarım analizleri sonucunda, öğrencilerin yaklaşık %40'ının (n=20/52) bilim örneklerini son derece orijinal ve yeni bir tarzda yaratıcı bir şekilde yeniden icat ettiği görülmüştür. Araştırma sonunda, açık uçlu çizimin, öğrencilerin yaratıcılığına ve yaratıcı performansına fen bilgisi öğretiminin kapılarını açmaya yardımcı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan yurt dışı çalışmalarda yurt içi çalışmalara benzer olarak öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik etkinlikler ve ders materyalleri geliştirildiği görülmektedir. İncelenen çalışmalar onucunda etkinlikler ve farklı yöntemlerle desteklenmesi durumunda yaratıcılığın bireylerde geliştirilebileceği sonucuna ulaşılabilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA MODELİ / DESENİ

Araştırmada, biyomimikriye dayalı fen bilimleri etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ve tasarımları üzerine etkisini incelemek üzere iç içe gömülü karma desen kullanılmıştır. Bu desende nicel veriler ve nitel veriler deneysel bir çalışmada birlikte toplanır (Creswell, 2017). Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel araştırma yöntemlerinden ise durum çalışması modeli kullanılmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desende, yansız atama ile oluşturulmuş iki grup bulunur ve gruplardan biri deney; öteki kontrol grubu olarak kullanılır. Modelde ön testlerin bulunması, gruplarda deney öncesi durumun bilinmesini ve böylelikle son test sonuçlarının buna göre yorumlanmasına yardımcı olur. Bu modelde bağımsız değişkenin ne ölçüde etkili olduğuna karar vermek için ön test ve son test ölçme sonuçları birlikte değerlendirilir (Karasar, 2020).

Çizelge 3.1. Araştırma nicel deseni.

Gruplar	Ön test	Deneysel İşlem	Son test
Deney	BYT	Biyomimikri Uygulamaları Entegre Edilmiş Etkinlikler	BYT
Kontrol	BYT	Programa Dayalı Öğretim Uygulamaları	BYT

BYT: Bilimsel Yaratıcılık Testi

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Araştırmanın örneklemi, 2021-2022 eğitim-öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı Düzce il merkezinde yer alan bir ortaokulda 7. sınıfta iki farklı şubede öğrenim gören 20 deney, 27 kontrol grubunda olmak üzere toplam 47 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrenciler araştırmacının öğretmenlik yaptığı okulda okul idaresi tarafından önceden oluşturulmuş sınıflardan seçilmiştir. Her iki sınıfın da mevcutları 30 öğrenciden oluşmasına karşın ülkemizde ve dünyada yaşanan salgın hastalık (Covid-19) sürecinde karantinaya giren öğrenciler olmuştur. Etkinliklere katılamayan öğrencilerden veri toplanamamış, bu nedenle sınıflar arasında sayılarda farklılık oluşmuştur. Grupların

deney ve kontrol grubu olarak belirlenmesi ise kura yolu ile rastgele yapılmıştır. Örneklem kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi uygun olarak belirlenmiştir. Bu örnekleme türü, araştırma yapılacak birey ya da gruplara daha kolay erişilmesi ya da bunların araştırma sürecine daha kolay dahil edilmesiyle ilişkilidir. (Büyüköztürk vd., 2020).

Çizelge 3.2 de araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyete göre dağılımları verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışma grubu.

Grup	Mevcut	Cinsiyet	
		Kız	Erkek
Deney	20	9	11
Kontrol	27	14	13
Toplam	47	23	24

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Bu araştırmada nicel verilerin toplanmasında "Bilimsel Yaratıcılık Testi" kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve gerçek yaşam problemleri içeren senaryolar sonunda elde edilen tasarımlar için toplanan çizimler de araştırmanın nitel verilerinin elde edilmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.3.1. Bilimsel Yaratıcılık Testi

Araştırmada 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını belirlemek için Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen ve Aktamış (2007) tarafından Türkçeye çevrilen Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT, EK:5) kullanılmıştır. Aktamış (2007) tarafından geliştirilen testte orijinal maddeler eğitim sistemimize uyarlanarak 6 soruluk madde haline getirilmiştir. Bu maddeler rastgele seçilen beş farklı okulda 7. sınıfta öğrenim gören 79 öğrenciye uygulanmıştır. Testin güvenilirliğini belirlemek için iki farklı uzman test maddelerini puanlamış ve iki araştırmacının verdiği puanların Pearson korelasyon katsayılarının 0.94 olduğu görülmüştür.

Orijinal testin güvenirlik katsayısının belirlenmesi amacıyla Hu ve Adey (2002) tarafından 160 ilköğretim öğrencisine uygulanmış ve testin güvenirlik katsayısı 0,89

olarak bulunmuştur. Aktamış'ın (2007) 6 maddelik testine orijinal testteki bir maddeyi ekleyen Kurtuluş (2012); testi 6. sınıfta öğrenim gören beş farklı okulda 140 öğrenciye uygulamış ve testin güvenirliğini 0,64 bulmuştur. Bu araştırma için yapılan pilot çalışmada 6. sınıfta öğrenim gören ve rastgele seçilen üç farklı ortaokulda 150 öğrenciye uygulanan ölçeğin güvenirlik katsayısı 0,72 bulunmuştur.

3.3.2. Gerçek Yaşam Problemleri Senaryo Etkinlikleri

Araştırmacı tarafından 2 farklı fen bilimleri alanı uzmanından görüşü alınarak geliştirilen etkinliklerde, öğrencilere verilen senaryolarda günlük yaşam problemlerine bulacakları teknolojik çözümleri çizimle anlatmaları istenmiştir (EK2; EK:3; EK:4). Senaryoların anlaşılabilirliği için uygulama öncesi 6. sınıfta öğrenim gören 10 farklı öğrenciye okutulmuş ve anlaşılır olduğu görülmüştür. Kazanım "F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar." ile ilgili hazırlanmış senaryo örneği aşağıda verilmiştir.

"Ali ve ailesi Ege'de küçük bir sahil kasabasında yaşamaktadır. Ali'nin babası geçimlerini balıkçılık yaparak sağlamaktadır. Ali okuldan sonra boş vakitlerinde babasına yardım etmektedir. Bir gün sefer dönüşü babasının yanında çalışan elemanla konuşmalarına kulak misafiri olur. Babası teknesinin çok eski olmasından yakınmaktadır. Tekne eski olduğundan diğer teknelere göre yavaş ilerlediğinden bahsetmektedir. Ali gece yatmadan babasının anlattıklarını uzun uzun düşünür ve aklına o gün fen bilimleri dersinde hava ve suyun cisimlere bir direnç uyguladığını öğrendikleri gelir. Öğretmeni hava ve su araçlarının bu dirençler göz önüne alınarak tasarlandığından bahsetmiştir. Bu düşüncelerle uykuya dalan Ali rüyasında hava ve su direncini en aza indirecek ve günlük hayatı kolaylaştıracak bir araç tasarladığını görür.

Kendinizi Ali'nin yerine koyarak, hava ve su direncini en aza indirecek bir tasarım çizin. Çiziminizi detaylı şekilde açıklayınız."

3.3.3. Öğrenci Çizimleri

Araştırmada nitel veriler öğrencilerin gerçek yaşam problemi içeren senaryoların sonunda çizdikleri tasarımların incelenmesi ile elde edilmiştir. Öğrenci çizimlerinde probleme buldukları çözümlerinde biyomimikriden esinlenme durumları incelenmiş, deney ve kontrol gruplarına ait frekanslar hesaplanmıştır.

3.4. VERİ TOPLAMA SÜRECİ

Araştırmada deney grubu öğrencilerine biyomimikri uygulamaları, kontrol grubu öğrencilerine ise programa dayalı öğretim uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından iki farklı uzman görüşü alınarak geliştirilen dört etkinlikten ilki sadece deney grubuna uygulanmış, uygulama öncesi biyomimikri bilgilendirme eğitimi yapılmıştır. Diğer üç etkinlik deney grubuna biyomimikri uygulamaları entegre edilerek, kontrol grubuna ise programa dayalı öğretim yöntemleri ile uygulanmıştır. Etkinlikler gruplara uygulanmadan önce pilot uygulama yapılarak en son haline karar verilmiştir. Hazırlanan planlardaki kazanımların uygulanması öncesinde konuları haftalık dört ders saati olan fen bilimleri dersinde 12 ders saati olarak yıl içerisinde işlemiştir. Ardından 4 hafta ve 16 ders saatinde, hazırlanan etkinlik planlar çerçevesinde araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Araştırma derslerin işlenmesi ve uygulama süreci sonucunda toplam 7 hafta ve toplam 28 ders saatinde 2021-2022 eğitim öğretim yılı içerisinde uygulanmıştır.

Araştırmanın ilk aşamasında deney ve kontrol grubu öğrencilerine "Bilimsel Yaratıcılık Testi" uygulanmıştır. Sonraki hafta deney grubu öğrencilerine ders planı (EK:1) doğrultusunda biyomimikri yaklaşımı hakkında bilgilendirici eğitim verilmiştir. Eğitimin ilk aşamasında cırt-cırt bandın hikayesi anlatılmıştır. Ardından Konya Bilim Merkezi'nde çekilmiş bir video ile biyomimikrinin tanımı yapılmıştır. Daha sonra "biyomimicry.org ve asknature.org" web sayfalarındaki canlılar ve onların sayesinde geliştirilen teknolojik ürünler incelenmiştir. Eğitimin ardından sınıf dört gruba ayrılmıştır. Her gruba birinci ders planında (EK:1) belirtilen oyun için hazırlanan 10 canlı ve bu canlılardan esinlenilerek üretilmiş teknolojik yapı, bina, alet ve cihazların olduğu 10 resimli kartı eşleştirmeleri istenmiştir. Eşleştirdikleri kartları yan yana yapıştırdıktan sonra altlarına canlının hangi özelliğinden (yapı-işlev) yararlanılmış olabileceğini tahmin etmeleri için süre verilmiştir. Tüm grupların tahminlerinin ardından canlıların yapı ve özellikleri ile ilgili bilgiler tahtaya yazılmıştır.

Aşağıda etkinliği ilk tamamlayan grubun örnek çalışması verilmiştir.



Şekil 3.1. Deney grubu birinci etkinlik sonunda birinci olan grubun örnek eşleştirme kartları.



Şekil 3.2. (devam) Deney grubu birinci etkinlik sonunda birinci olan grubun örnek eşleştirme kartları.



Şekil 3.3. (devam) Deney grubu birinci etkinlik sonunda birinci olan grubun örnek eşleştirme kartları.

7. sınıf fen bilimleri dersi 3. , 5. ve 7. ünite kazanımlarına yönelik hazırlanan diğer ders planları sonraki haftalarda deney grubunda biyomimikri etkinlikleri ile işlenirken, kontrol grubu öğrencilerine programa dayalı öğretim yöntemleri (anlatım, soru cevap, tartışma... vb. geleneksel yöntemler) ile işlenmiştir. Uygulama sonrası her iki gruba "Bilimsel Yaratıcılık Testi" son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca araştırmanın nitel verileri için her iki gruba da ders planlarının (EK:2, EK:3, EK:4) sonunda yer alan gerçek yaşam problemi içeren senaryo etkinliği uygulanmıştır. Aşağıdaki çizelgede uygulama basamakları ve kazanımlar verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kazanımların ve işlem basamaklarının deney ve kontrol grubuna uygulama çizelgesi.

Uygulama Haftası	Kazanımlar	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Ön test		Uygulandı	Uygulandı
1. Hafta	"TT. 8. C. 4. 1. Biyotaklit kavramını açıklar." "TT. 8. C. 4. 2. Biyotaklit ile tasarlanmış bir ürünü analiz eder."	Sadece deney grubu	Uygulama yok
2. Hafta	"F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar".	Biyomimikri uygulamaları, Gerçek yaşam problemi senaryosu	Programa dayalı öğretim, Gerçek yaşam problemi senaryosu
3. Hafta	"F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar."	Biyomimikri uygulamaları, Gerçek yaşam problemi senaryosu	Programa dayalı öğretim, Gerçek yaşam problemi senaryosu
4. Hafta	"7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar. (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir)"	Biyomimikri uygulamaları, Gerçek yaşam problemi senaryosu	Programa dayalı öğretim, Gerçek yaşam problemi senaryosu
Son test		Uygulandı	Uygulandı

3.5. VERİLERİN ANALİZİ

Bu çalışmada açık uçlu 7 sorudan oluşan bilimsel yaratıcılık test sorularına öğrencilerin verdiği cevaplar iki araştırmacı tarafından farklı zamanlarda içerik analizi ile puanlanmıştır. Farklılık olan kısımlarda uzlaşmaya gidilmiştir. Puanlamada akıcılık, esneklik, orijinallik kriterlerine göre puanlama yapılmıştır (EK:6).

Bilimsel yaratıcılık testinin nicel olarak puanlanması öncesi öğrenci cevapları incelenmiş ve her soru için cevaplardan uygun kodlar belirlenmiştir.

Belirlenen kodlar;

1. soru: değişik alışılmadık kullanım becerisi için; genel kullanım amaçları, kap çeşitleri, deneyler, aletler ve kriminal suç tespiti olarak beş kod belirlenmiştir.

2. soru: problem bulma becerisi için; yaşam, icatlar, nesli tükenen canlılar, uzay ve gezegenler, tarihi mekanlar olarak beş kod belirlenmiştir.

3. soru: ürün geliştirme becerisi için; estetik, güvenlik, teknoloji, işlevsellik, konfor olmak üzere beş kod belirlenmiştir.

4. soru: bilimsel hayal kurma becerisi için; insan ve yaşam, gezegenimiz ve doğa, canlılar, yitirilen kavramlar, sosyal yaşam olarak beş kod belirlenmiştir.

5. soru; fen deneyi becerisi için; suyu tutma süresi, kağıtların parçalanma süresi, suyu emme miktarı, suyu emme hızı, su içinde dağılma süresi, kalınlık, kir temizleme, yanma süresi, sürtünme ile parçalanma, sivri uçla delinmesi, yırtılmaya başlama kuvveti, yırtılmaya başlama süresi, yırtılma süresi, taşıdığı ağırlık miktarı, yumuşaklık, fiyat olarak on altı kod belirlenmiştir.

6. ve 7. sorular için kod belirlenmeyip bilimsel yaratıcılık testi puanlamasında (EK:6) belirlenen kriterlere göre puanlama yapılmıştır.

Veriler analiz edilirken öncelikle grupların normal dağılım gösterip göstermedikleri incelenmiştir. Grupların normal dağılım göstermesinin tespitinin ardından veriler bağımsız örneklem t testi ile analiz edilmiştir. Bağımsız örneklem t testi, ortalaması kıyaslanacak verilerin en az aralık ölçeği olması, ortalamaların grup içinde normal dağılım göstermesi ve varyansların eşitliği durumunda kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Can, 2020).

Deney ve kontrol grubunda dört hafta boyunca işlenen derslerde, deney grubu öğrencilerine belirlenen kazanımlara yönelik hazırlanan biyomimikri uygulamalarını içeren ders planları uygulanırken kontrol grubunda ise dersler programa dayalı öğretim (soru cevap ve tartışma teknikleri) ile işlenmiştir. Araştırmada nitel verilerin toplanmasında ders planları sonunda yer alan gerçek yaşam problemlerinden faydalanılmıştır. Yıl içerisinde işlenen kazanımlar gruplarda farklı öğretim yöntemleri ile

işlenmiş, her hafta ders sonunda her iki gruba da gerçek yaşam problemleri içeren senaryolar dağıtılmıştır. Öğrencilere bir ders saati süre verilmiş ve senaryoların sonunda verilen problemlere uygun çizim yapmaları istenmiştir. Çizimlerinde doğadan esinlenme durumları incelenmiştir. Grupların doğadan esinlenme durumlarına ait frekans ve yüzde değerleri tespit edilmiştir. Nitel verilerle biyomimikri uygulamalarının tasarım becerileri üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.



4. BULGULAR

4.1. NİCEL VERİLERE AİT BULGULAR

Biyomikriye dayalı öğretim uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi incelenmiştir. Verilerin analizinde kullanılan bağımsız örneklem t testinin analizi öncesi deney ve kontrol gruplarının normal dağılım gösterip göstermediği analiz edilmiştir. Grupların normal dağılım gösterdiği Shapiro-wilk testinden elde edilen sonuçla belirlenmiştir. Bu analizin sonuçları, verilerin dağılımının normalliğini ölçer ve elde edilen istatistiksel olarak anlamlı olmayan değer (Sig. değeri 0,05 'in üstü) verilerin normal dağılım gösterdiğini işaret eder (Pallant, 2020). Ayrıca her bir grubun ortalamalarının normal dağılım gösterdiği Histograms, Noemal Q-Q Plot ve boxplat grafikleri ile de doğrulanmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemi; 'Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık testi ön test - son rest ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?' olarak belirlenmiştir. BYT sorularının ortalama puanları önce madde madde sonra da tüm maddeler için ortak olacak şekilde analiz edilmiştir.

BYT birinci sorusuna ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. BYT birinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 1	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	4,37	2,89464	45	0,214	0,831
	Kontrol	27	4,20	2,54420			
Son test	Deney	20	4,85	3,09966	45	-1,521	0,135
	Kontrol	27	3,62	2,40428			

Çizelge 4.1'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT birinci sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = 0,214$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT birinci sorusuna ait ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{deney} = 4,37$), kontrol grubu öğrencilerinin

BYT birinci sorusuna ait ön test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}}= 4,20$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT birinci sorusuna son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45)= -1,521$, $p>0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT birinci sorusuna ait son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}}= 4,85$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT birinci sorusuna ait son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}}= 3,62$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

BYT ikinci sorusuna ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. BYT ikinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 2	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	2,80	1,15166	45	2,903	0,003
	Kontrol	27	4,44	2,32600			
Son test	Deney	20	3,95	2,01246	45	3,184	0,189
	Kontrol	27	3,22	1,71718			

Çizelge 4.2'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT ikinci sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. $t(45)= 2,903$, $p<0,05$. Grupların ön testteki ortalamaları arasındaki farkın fazla olduğu görülmektedir ($r= 0,15$). Cohen'e (1988) göre 0.01=küçük etki, 0.06=orta düzeyde etki, 0.14= büyük etki olarak yorumlanmaktadır. Deney grubu öğrencilerinin BYT ikinci sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}}=2,80$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT ikinci sorusuna ait ön test sonuçları ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}}=4,44$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT ikinci sorusuna ait son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45)= 3,184$, $p>0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT ikinci sorusuna ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}}=3,95$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT ikinci sorusuna ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}}=3,22$) deney grubu lehine yüksek çıkmıştır.

BYT üçüncü sorusuna ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. BYT üçüncü sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 3	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	4,10	2,38195	45	-1,349	0,184
	Kontrol	27	3,29	1,70553			
Son test	Deney	20	5,00	3,34034	45	-2,221	0,031
	Kontrol	27	3,37	1,59583			

Çizelge 4.3'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT üçüncü sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = -1,349$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT üçüncü sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 4,10$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT üçüncü sorusuna ait ön test sonuçları ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 3,29$) deney grubu lehine yüksek çıkmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT üçüncü sorusuna ait son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. $t(45) = -2,221$, $p < 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT üçüncü sorusuna ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 5,00$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT üçüncü sorusuna ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 3,37$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

BYT dördüncü soru a şikkına ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. BYT dördüncü sorusu a şikkı için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 4a	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	4,15	1,95408	45	0,257	0,798
	Kontrol	27	4,29	1,89767			
Son test	Deney	20	4,80	2,48363	45	-2,703	0,012
	Kontrol	27	3,18	1,14479			

Çizelge 4.4'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT dördüncü sorusu a şikkına ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = 0,257$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT dördüncü sorusu a şikkına ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 4,15$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT dördüncü sorusu a şikkına ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 4,29$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT dördüncü soru a şikkına ait son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. $t(45) = -2,703$, $p < 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin dördüncü sorusu a şikkına ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 4,80$), kontrol grubu öğrencilerinin dördüncü sorusu a şikkına ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 3,18$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

BYT dördüncü sorusu a şikkına ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. BYT dördüncü sorusu b şikkı için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 4b	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	3,70	1,49032	45	-0,920	0,363
	Kontrol	27	3,33	1,24035			
Son test	Deney	20	4,15	1,56565	45	-3,753	,000
	Kontrol	27	2,62	1,21365			

Çizelge 4.5'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT dördüncü sorusu b şıkkına ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = -0,920$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT dördüncü sorusu b şıkkına ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 3,70$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT dördüncü sorusu b şıkkına ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 3,33$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT dördüncü soru b şıkkına ait son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. $t(45) = -3,753$, $p < 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT dördüncü soru b şıkkına ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 4,15$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT dördüncü soru b şıkkına ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 2,62$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

BYT beşinci sorusuna ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.6'da verilmiştir

Çizelge 4.6. BYT beşinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 5	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	16,55	9,70879	45	-0,707	0,483
	Kontrol	27	14,81	7,13085			
Son test	Deney	20	18,65	13,48401	45	-1,213	0,237
	Kontrol	27	14,74	5,92642			

Çizelge 4.6'da deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT beşinci sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = -0,707$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT beşinci sorusuna ait ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 16,55$), kontrol grubu öğrencilerinin BYT beşinci sorusuna ait ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 14,20$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT beşinci sorusuna son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = -1,213$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin beşinci sorusuna ait son test puanlarının ortalaması

($\bar{X}_{\text{deney}} = 18,65$), kontrol grubu öğrencilerinin beşinci sorusuna ait son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 14,74$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

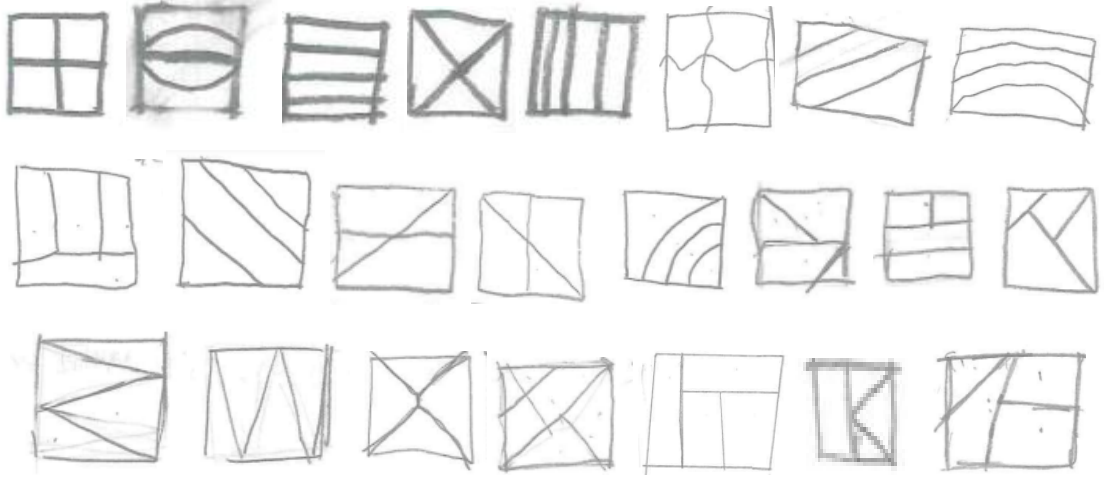
BYT altıncı sorusuna ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. BYT altıncı sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

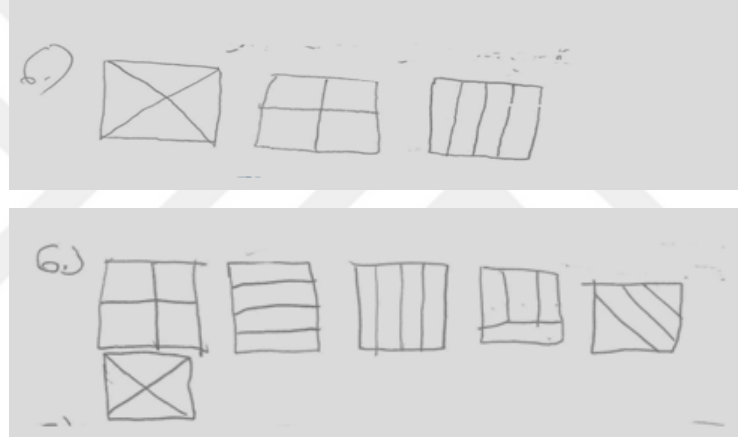
Soru 6	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	4,80	2,70672	45	-0,965	0,317
	Kontrol	27	4,11	1,96769			
Son test	Deney	20	5,40	2,30332	45	-2,228	0,035
	Kontrol	27	4,14	1,16697			

Çizelge 4.7'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT altıncı sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = -0,965$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin altıncı sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 4,80$), kontrol grubu öğrencilerinin altıncı sorusuna ait ön test sonuçları ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 4,11$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT altıncı sorusuna ait son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. $t(45) = -2,228$, $p < 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin altıncı sorusuna ait son test sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 4,15$), kontrol grubu öğrencilerinin altıncı sorusuna ait son sonuçlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 2,62$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ön teste göre ortalamaları artarken kontrol grubu öğrencilerinin ortalamalarının düştüğü görülmektedir.

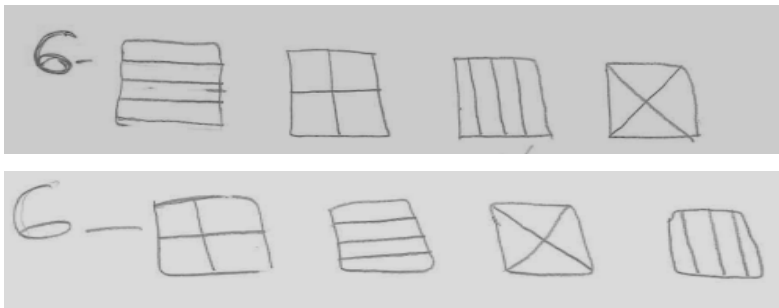


Şekil 4.1. BYT altıncı sorusuna deney ve kontrol grubu öğrencilerinin verdiği örnek cevaplar.



Şekil 4.2. Deney grubu Ö-9'un BYT altıncı sorusuna ön test ve son testte yaptığı örnek çizimler.

Deney grubu öğrencisinin ön testte bir kareyi üç farklı yolla bölerken son testte altı farklı yolla böldüğü görülmektedir.



Şekil 4.3. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-1'in BYT altıncı sorusuna ön test ve son testte yaptığı örnek çizimler.

Kontrol grubu öğrencisi hem ön testte hem son testte bir kareyi dört farklı yolla böldüğü görülmektedir.

BYT yedinci sorusuna ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.8'de verilmiştir

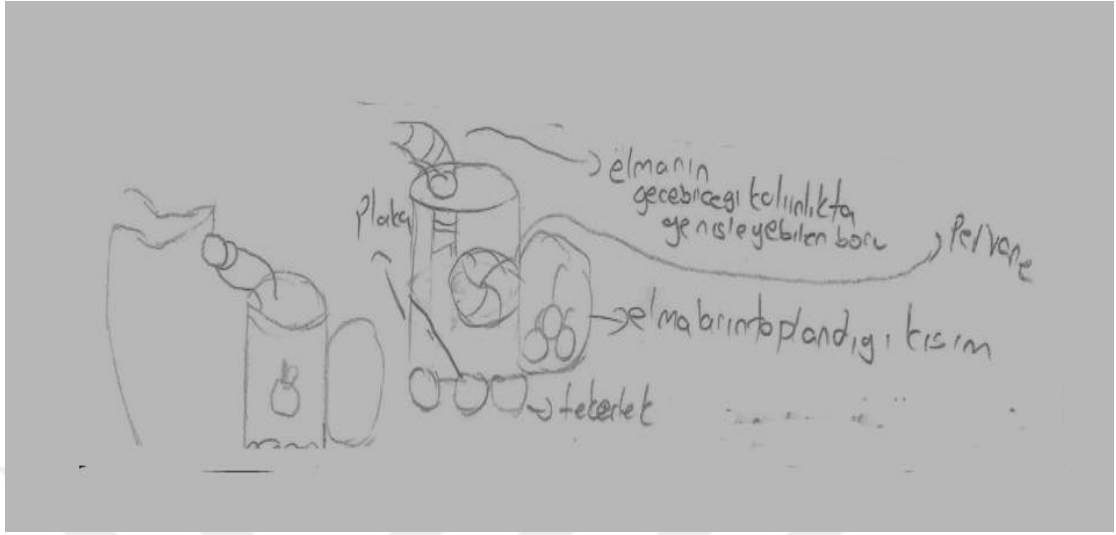
Çizelge 4.8. BYT yedinci sorusu için grupların ön test son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Soru 7	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	11,05	4,04547	45	1,400	0,168
	Kontrol	27	12,77	4,28174			
Son test	Deney	20	12,70	3,67209	45	-1,134	0,263
	Kontrol	27	11,55	3,22649			

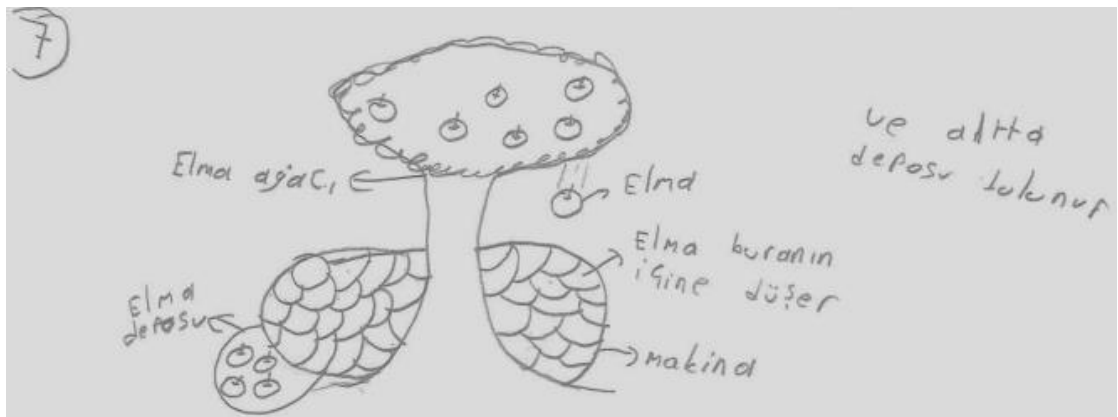
Çizelge 4.8'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT yedinci sorusuna ait ön test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = 1,400$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin yedinci soruya ait ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 11,05$), kontrol grubu öğrencilerinin yedinci soruya ait ön test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 12,77$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

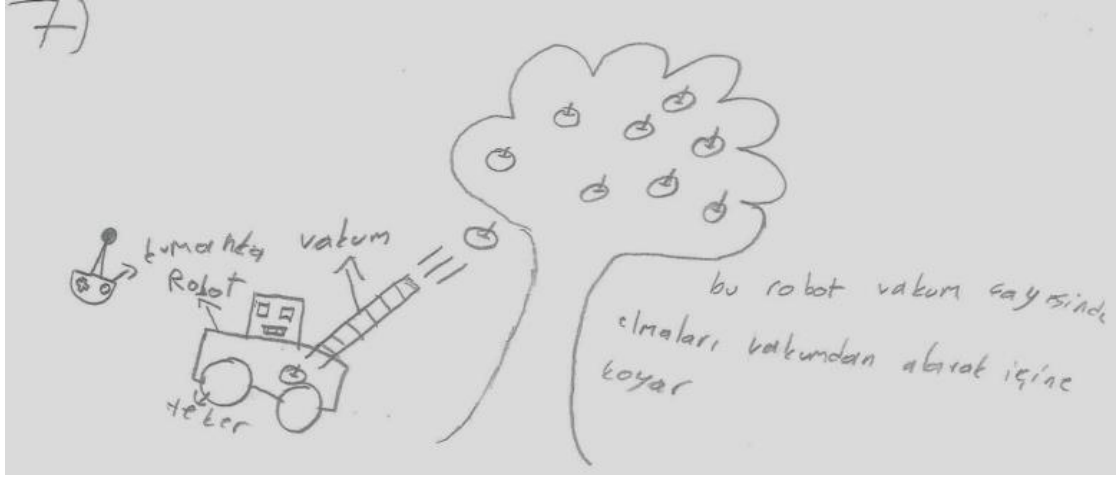
Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT yedinci sorusuna ait son test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = -1,134$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin yedinci soruya ait son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 12,70$), kontrol grubu öğrencilerinin yedinci soruya ait son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 11,55$) deney grubu lehine yüksek çıkmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait örnek elma toplama makinesi çizimleri aşağıda verilmiştir.

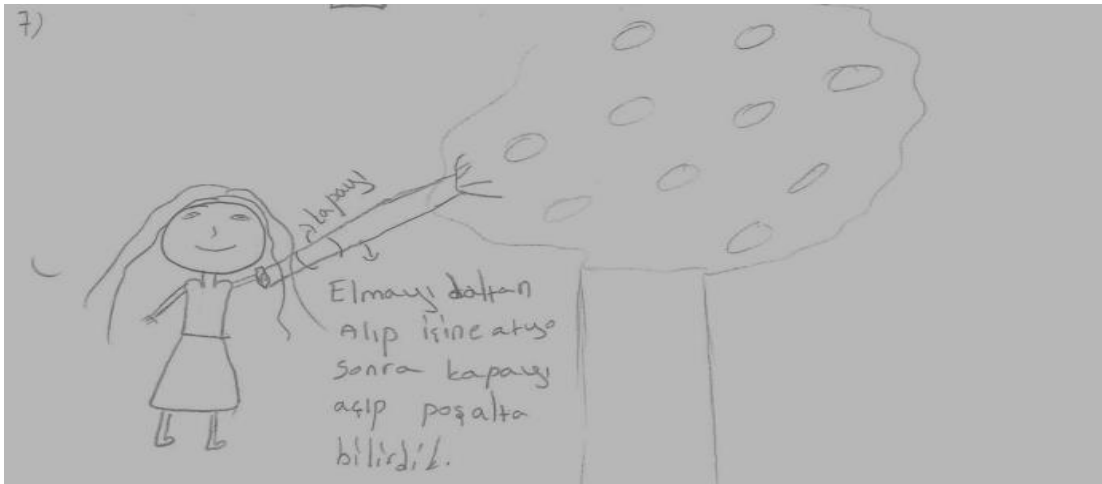
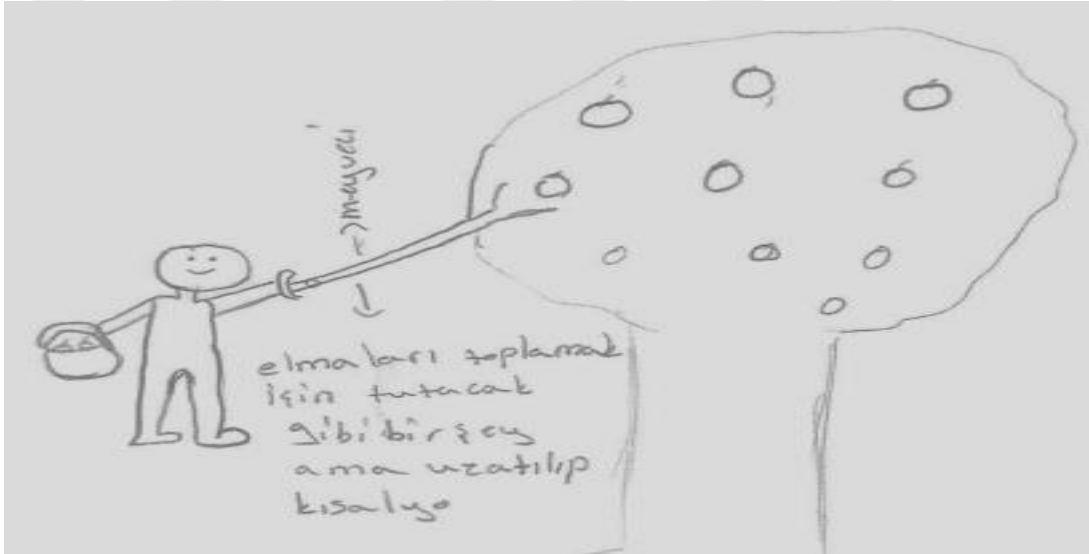


Şekil 4.4. Deney grubu öğrencilerinden Ö-1'e ait BYT yedinci sorusu ön test ve son test örnek elma toplama makinesi çizimleri.





Şekil 4.5. Deney grubu öğrencilerinden Ö-8'e ait BYT yedinci sorusu ön test ve son test örnek elma toplama makinesi çizimleri.



Şekil 4.6. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-3'e ait BYT yedinci sorusu ön test ve son test örnek elma toplama makinesi çizimleri.

BYT 'nin tüm sorularına ait deney ve kontrol grubunun istatistiksel verileri aşağıda Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BYT için ön ve son test puanlarının ortalamalarına ilişkin bağımsız t-testi analizi çizelgesi.

BYT	Gruplar	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	Deney	20	51,35	18,96	45	0,021	0,983
	Kontrol	27	51,44	12,00			
Son test	Deney	20	59,50	22,75	45	-2,481	0,021
	Kontrol	27	46,48	6,64			

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi BYT ön test puanlarının toplam ortalama sonuçları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. $t(45) = 0,021$, $p > 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin BYT ön test sonuçlarının toplam ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 51,35$), kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarının toplam ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 51,44$) arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası BYT son test puanlarını toplam ortalama sonuçları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. $t(45) = -2,481$, $p < 0,05$. Deney grubu öğrencilerinin son test sonuçlarının toplam ortalaması ($\bar{X}_{\text{deney}} = 59,50$), kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçlarının toplam ortalaması ($\bar{X}_{\text{kontrol}} = 46,48$) deney grubu lehine anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

Araştırmanın sonucunda ön test ve son testten elde edilen verilerin analizinden, fen eğitiminde biyomimikri uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.2. NİTEL VERİLERE AİT BULGULAR

Araştırmanın ikinci alt problemi; 'Biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin doğadan esinlenerek tasarım yapmaları üzerinde etkisi var mıdır?' olarak belirlenmiştir.

Biyomimikrinin tanıtılmasını amaçlayan birinci ders planı (EK:1) deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Etkinliğin temel amacı öğrencilere biyomimikrinin hikaye, video ve oyunla tanıtılması ve farkındalık yaratılmasıydı. Çalışma sonunda günlük hayatta

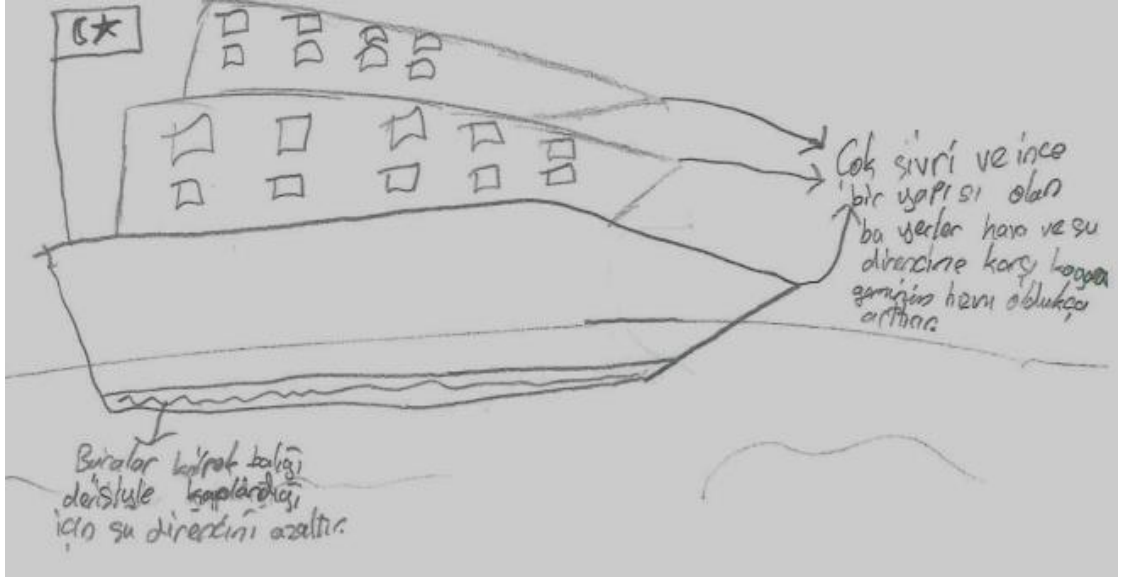
ve teknolojide karşılaşılan problemlere doğanın model alınmasını temel alan biyomimikri yaklaşımı ile ilgili eğitim uygulanmış ve öğrencilerde farkındalık olduğu gözlemlenmiştir.

Nitel verilere ait bulgular analiz edilirken senaryoların sonunda (EK:2, EK:3, EK:4) verilen çizimlerde biyomimikriden esinlenme durumları incelenmiştir.

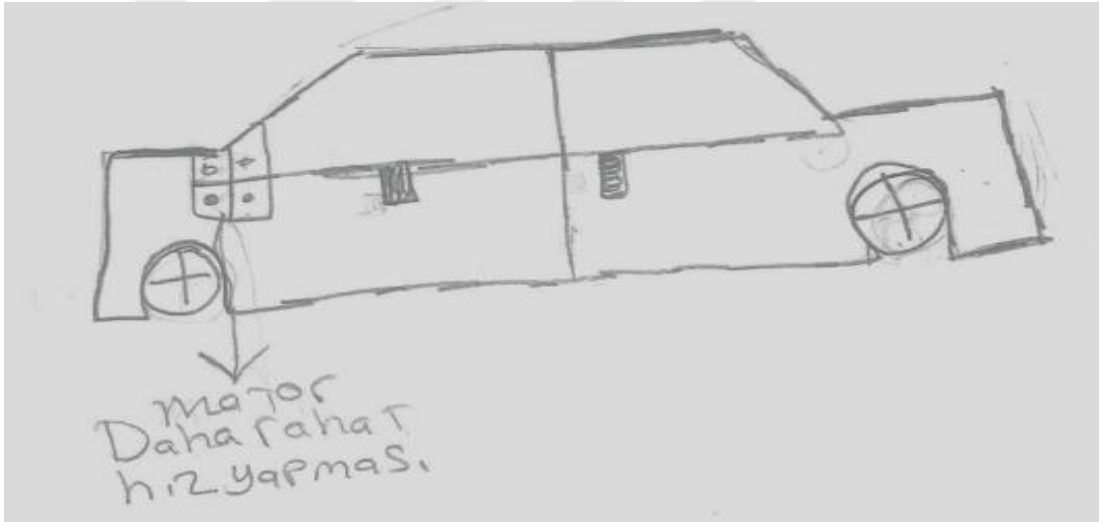
İkinci ders planı sonunda verilen senaryo sonunda (EK:2) öğrencilerin "F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar." kazanımına yönelik bir araç tasarımı çizimleri istenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin suda yüzen araç çizimlerinde araçların ön kısımlarında sivri uçlu bölümler olduğu, havada uçan araçlarda ise kanat benzeri çizimler yaptıkları görülmüştür. Biyomimikri hakkında ilk ders planı (EK:1) ile bilgilendirme yapılan deney grubu öğrencilerinin ise çizimlerinde doğadan esinlenirken canlıların yapısal özelliklerini de kullandıkları tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerinde doğadan esinlenme frekansları ve yüzdeleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.10. Birinci senaryo (EK:2) sonunda öğrenci çizimlerindeki biyomimikriden esinlenme seviyelerinin analizi.

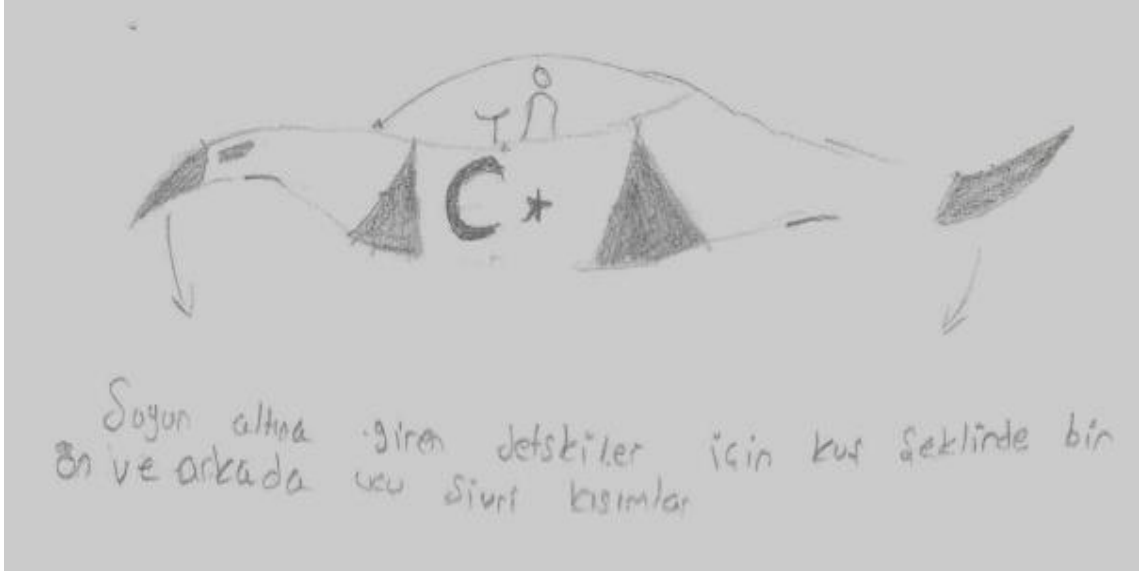
Birinci senaryo çizimlerinde biyomimikriden esinlenme		Frekans (f)	Yüzde (%)
Deney grubu	Var	11	%55
	Yok	9	%45
Kontrol grubu	Var	6	%22
	Yok	21	%78



Şekil 4.9. Deney grubu öğrencilerinden Ö-20'e ait köpekbalığı derisinden esinlenilerek çizilen gemi.



Şekil 4.10. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-2'e ait hava direncini azaltan araç çizimi.



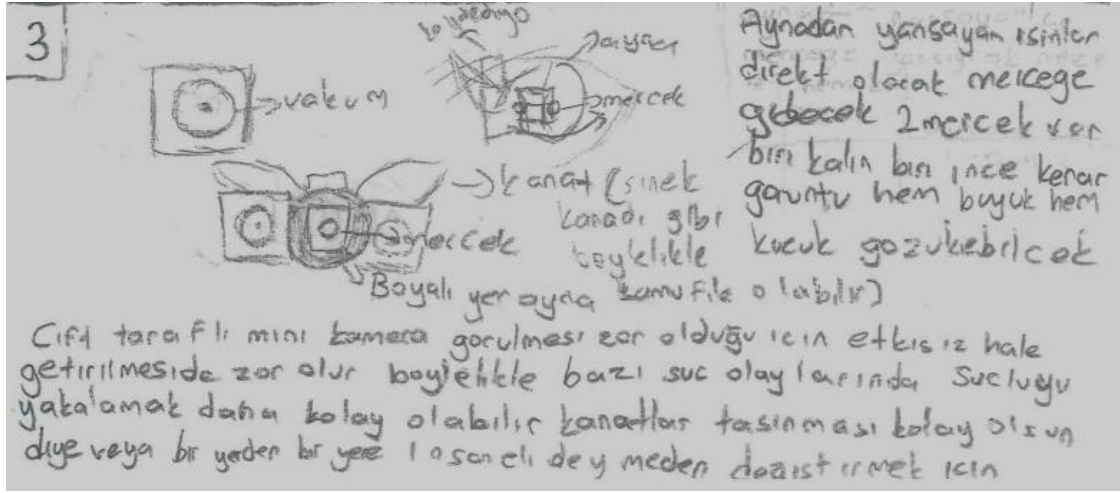
Şekil 4.11. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-28'e ait kuş şeklinden esinlenilerek çizilen denizaltı.

Üçüncü ders planı sonunda verilen senaryoda (E:3) öğrencilerden "F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar" kazanımı doğrultusunda çizim yapmaları istenmiştir. Çizimlerinde biyomimikriden esinlenme durumları incelenmiştir. İncelemeler sonunda deney grubu öğrencilerinin çizimlerinde doğadan esinlendikleri tespit edilmiştir.

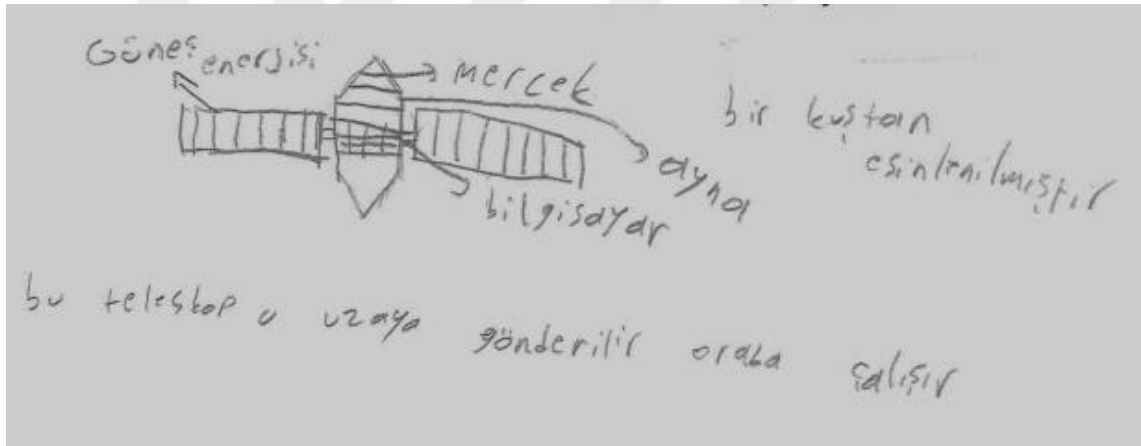
Çizelge 4.11. İkinci senaryo (EK:3) sonunda öğrenci çizimlerindeki biyomimikriden esinlenme seviyelerinin analizi.

İkinci senaryo çizimlerinde biyomimikriden esinlenme		Frekans (f)	Yüzde (%)
Deney grubu	Var	3	%15
	Yok	17	%85
Kontrol grubu	Var	3	%11
	Yok	24	%89

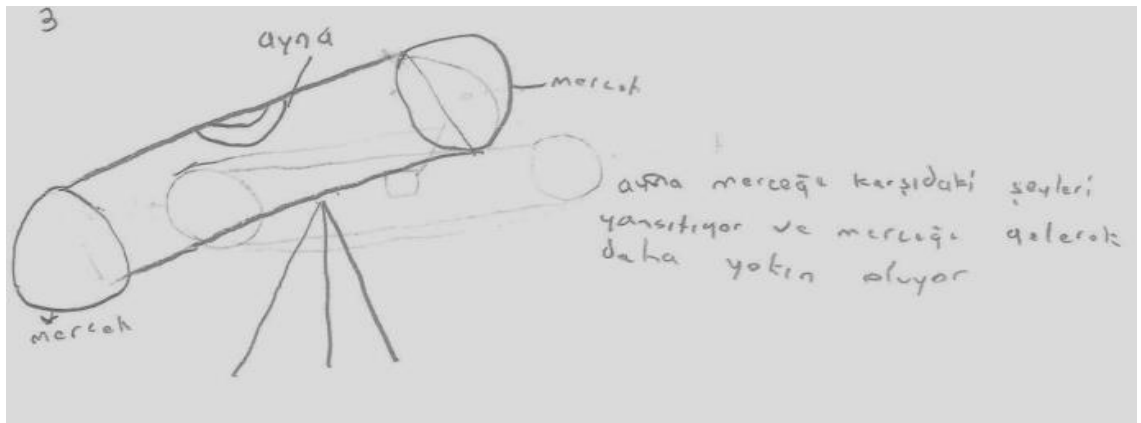
Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerine ait örnek çizimler aşağıda verilmiştir.



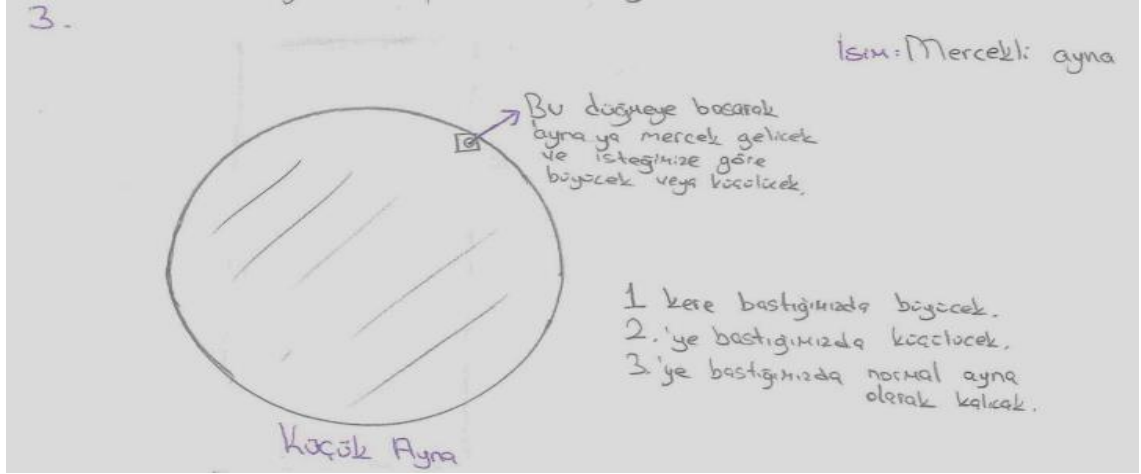
Şekil 4.12. Deney grubu Ö-1'e ait sinek kanadından esinlenilerek çizilen fotoğraf makinesi



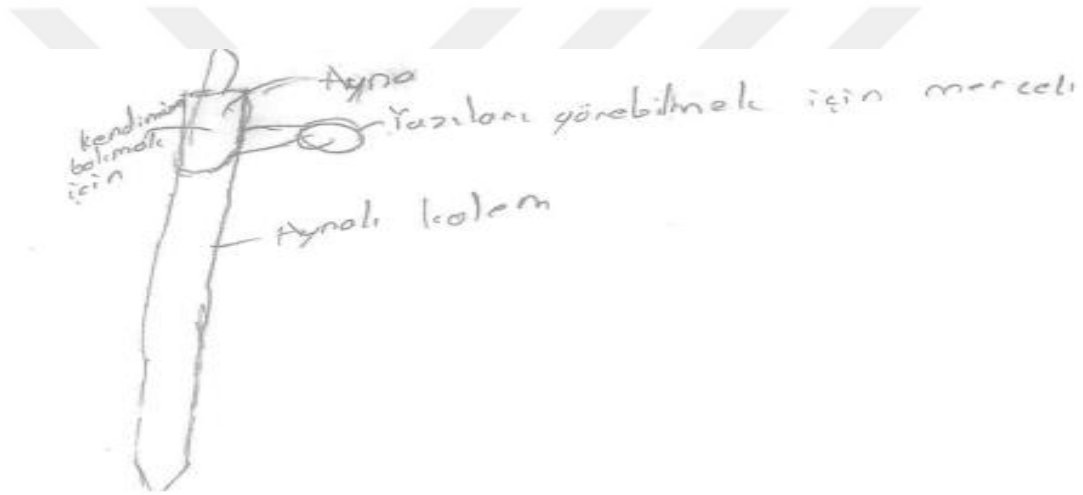
Şekil 4.13. Deney grubu öğrencilerinden Ö-8'e ait kuştan esinlenilerek çizilmiş teleskop.



Şekil 4.14. Deney grubu öğrencilerinden Ö-11'e ait kuştan esinlenilerek çizilmiş teleskop.



Şekil 4.15. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-1'e ait mercekli ayna çizimi.



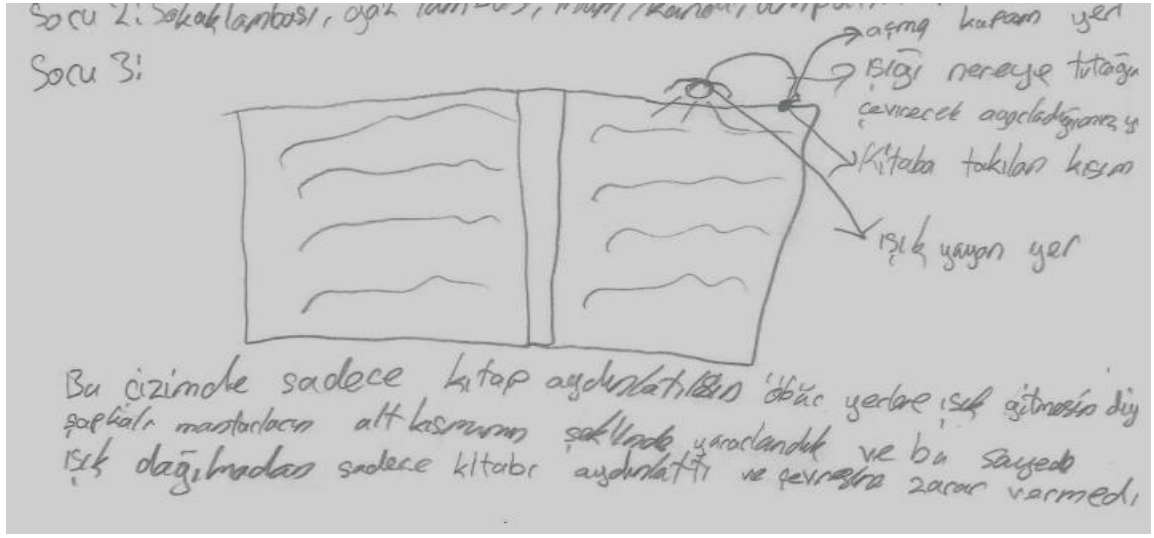
Şekil 4.16. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-19'e ait mercekli kalem çizimi.

Dördüncü ders planı sonunda verilen senaryoda (EK:4) öğrencilerden "7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar" kazanımı doğrultusunda çizim yapmaları istenmiş. Çizimlerinde biyomimikriden esinlenme durumları incelenmiştir. İncelemeler sonunda deney grubu öğrencilerinin çizimlerinde ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerinde, doğada güneş enerjisinden faydalanarak üretilen güneş pillerini kullanan öğrencilerin olduğu görülmüştür.

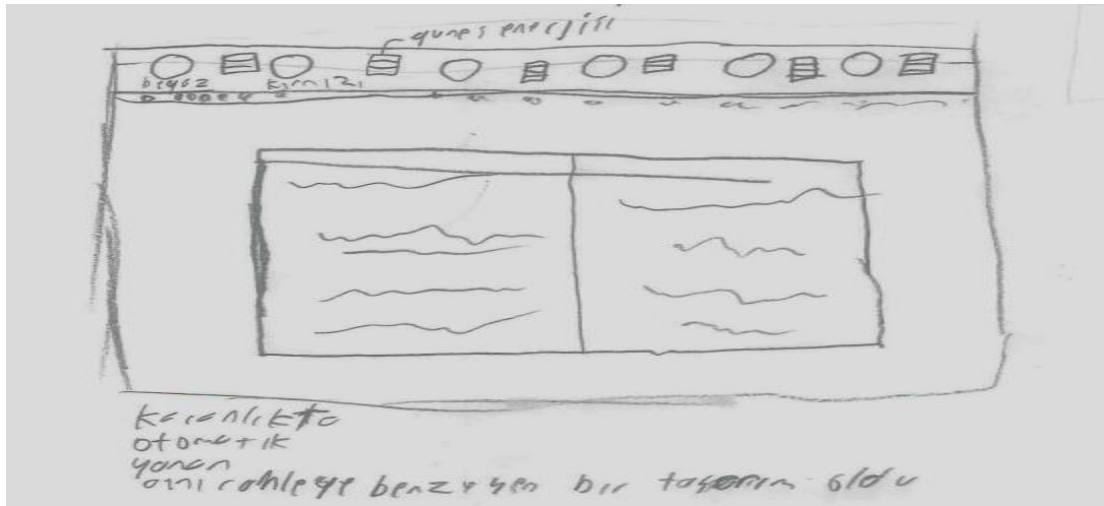
Çizelge 4.12. Üçüncü senaryo (EK:4) sonunda öğrenci çizimlerindeki biyomimikriden esinlenme seviyelerinin analizi

Üçüncü senaryo çizimlerinde biyomimikriden esinlenme	Frekans (f)	Yüzde (%)
Deney grubu		
Var	5	%25
Yok	15	%75
Kontrol grubu		
Var	2	%7,4
Yok	25	%92

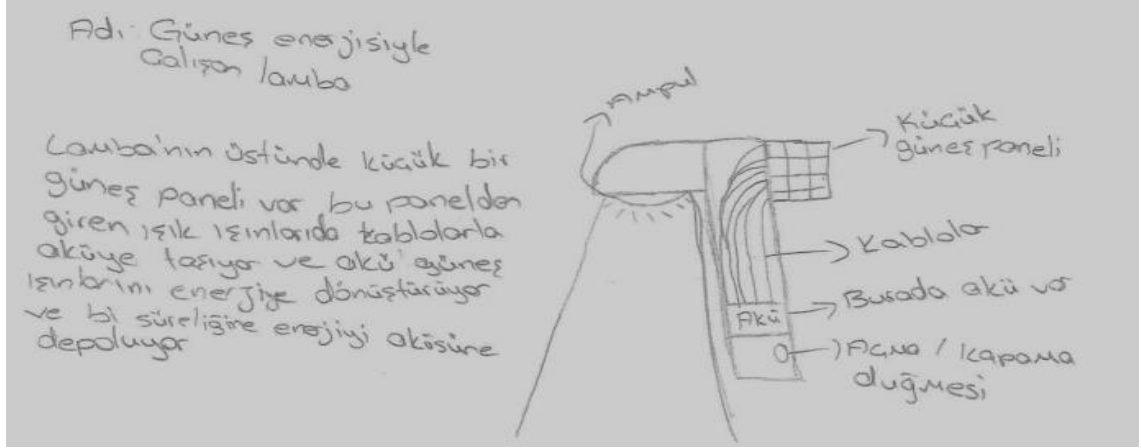
Deney grubu öğrencilerine ait örnek çizimler aşağıdaki verilmiştir.



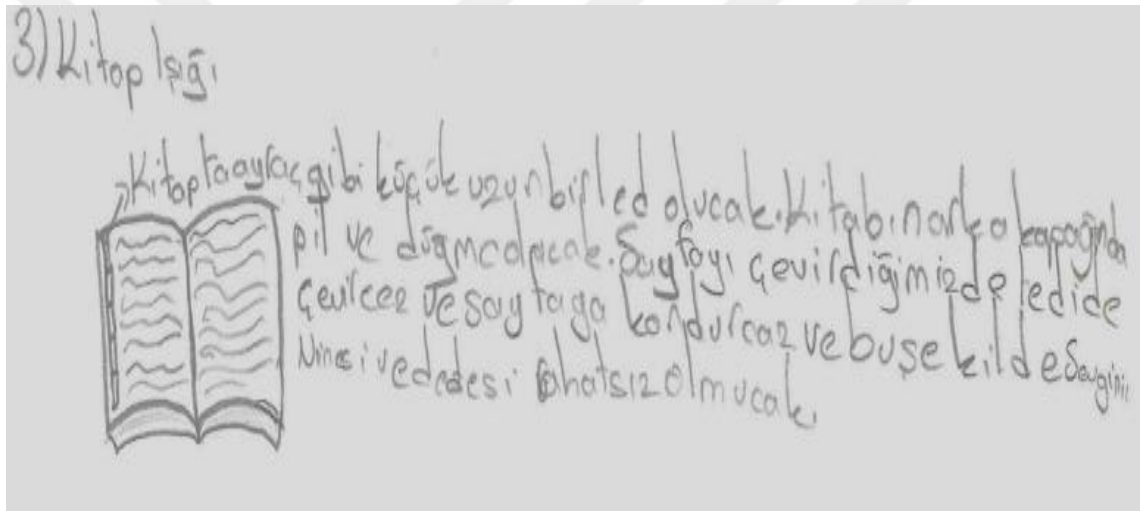
Şekil 4.17. Deney grubu öğrencilerinden Ö-20'e ait şapkalı mantardan esinlenilerek çizilmiş kitap okuma feneri.



Şekil 4.18. Deney grubu öğrencilerinden Ö-2'e ait güneş enerjisi ile çalışan karanlıkta kitap okuma aracı.



Şekil 4.19. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-18'e ait güneş enerjisi ile çalışan karanlıkta kitap okuma lambası çizimi.



Şekil 4.20. Kontrol grubu öğrencilerinden Ö-24'e ait LED kitap okuma aracı çizimi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma, biyomimikri uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerileri ve tasarımları üzerine etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda fen bilimleri dersinde biyomimikri uygulamalarının deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık puanları ve tasarımlarında doğayı örnek almaları üzerine etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür incelendiğinde biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkilerini inceleyen çalışmalara rastlanmamakla birlikte Alavad ve Mahgoub (2014) çalışmalarında sanat eğitimi öğrencilerinin düşünme becerilerini geliştirmek için biyomimikri öğretiminin etkisinin incelediği görülmüştür. Çalışmada öğrencilere çeşitli tasarımlar çizdirilmiş ve tasarımlarında biyomimikriden esinlenme durumları ve biyomimikrinin etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda biyomimikrinin öğrencilerin tasarım kararlarını, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Elde ettiğimiz bulgularda Alavad ve Mahgoub (2014) çalışmalara paralel olarak biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin yaratıcı ve bilimsel düşünme becerilerine ve tasarımlarına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

BYT son testten elde edilen verilere göre (Çizelge 4.8) deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Gülap (2020) araştırmasında fen bilimleri dersi kapsamında etkinlikler tasarlamış ve bu etkinliklerin bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmasında karma desen kullanmış ve geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin fen dersinde bilimsel yaratıcılığını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Gülap (2020) çalışmasına benzer olarak fen bilimleri dersinde biyomimikri entegre ederek geliştirdiğimiz çalışmamızda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Biyomimikri uygulamalarının bağımsız değişken olarak kullanıldığı deneysel çalışmamızda deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarının arttığı tespit edilmiştir.

Velioğlu (2019) çalışmasında 4. sınıf öğrencilerinin doğadan esinlenerek çizdikleri modelleri incelemiştir. Çalışmada Ö-20 kodlu öğrencinin denizaltı çiziminde köpek balığının suda hızlı yüzme özelliğinden esinlendiği görülmüş, benzer durum Şekil 4.4'te hava ve su direncini azaltacak araç tasarımında deney grubundan bir öğrencinin köpek balığı derisini geminin alt kısmında kullanarak geminin daha hızlı gitmesini amaçladığı çizimde görülmektedir. Velioğlu (2019) çalışmasının sonunda öğrencilerin çizimlerinde

günlük hayatta ve askeri alanda doğadan esinlendikleri görülürken araştırmanın nicel bölümünde ders planları sonunda verilen problem durumlarına ait çizimlerde biyomimikriden esinlenme durumlarına göre ağırlıklı olarak deney grubu öğrencilerinin biyomimikriden faydalandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3- 4.11).

Asal (2020) çalışmasında fen bilimleri derslerinde mühendislik tasarım tekniğinin öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini incelemiştir. Deney grubu ile kontrol grubunun ortalama BYT puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca kontrol grubunun son testte ortalama puanlarının düştüğünü belirtmiş, bu durumu kontrol grubu ile derslerin daha çok soru cevap ve tartışma etkinlikleri ile yürütülmesine bağlamıştır. Benzer şekilde Akdağ (2022) çalışmasında STEM temelli lego robot etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisini incelemiştir. Elde ettiği bulgularda deney ve kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir. Araştırma bulgularında deney grubu öğrencilerinin BYT ortalama puanlarında artış görülürken kontrol grubunun ortalama puanlarının düştüğü görülmektedir. Ayrıca BYT alt kategorinin analizlerinde kontrol grubunun ortalama puanlarının 1., 2., 3., 4. ve 7. sorularda düştüğü dikkati çekmektedir. Bu durumu derslerin yaratıcılığı desteklemeyen programa dayalı etkinlikler ile işlenmesi ile açıklamıştır. Yaptığımız çalışmada, biyomimikri entegre edilmiş ders planları ile öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının arttığı tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin BYT ortalama puanları artarken kontrol grubunun puanlarının düştüğü görülmektedir. Ayrıca BYT alt kategorilerinin analizinde kontrol grubunun ortalamalarının 1., 2., 4(a)., 4(b)., 5. ve 7. sorularda düştüğü tespit edilmiştir. Bu durumda biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini desteklediği, programa dayalı uygulamalarda yaratıcı düşünmeyi destekleyen etkinliklere yer verilmemesinin ise yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Biyomimikri uygulamaları günlük hayatta ve teknolojiye karşılaşılan problemlere akılcı çözümler üretmeye uygun bir alandır. Sürgü (2022) çalışmasında, öğrencilerinin günlük yaşamda ve teknolojiye hayatımızı kolaylaştıran çözümler üreten biyomimikriyi tasarımlarında kullandıklarını ifade etmiş, ayrıca öğrencilerin hayal etme, yaratıcı fikirler üretmeleri üzerine olumlu yönde katkısı olduğunu belirtmiştir. Sürgü (2020) çalışmasına benzer olarak biyomimikri etkinlikleri ile ders işlenen deney grubu öğrencilerinin senaryolar sonunda ağırlıklı olarak kontrol grubu öğrencilerinden daha fazla

biyomimikriden esinlendikleri görülmüştür. BYT ortalama puanlarının deney grubu lehine yüksek çıkması sonucuyla ise biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin hayal etme, yaratıcı ve eleştirel düşünceleri üzerine olumlu yönde etki ettiği sonucu benzerlik göstermektedir. Sürü (2022) çalışmasında tüm öğrenciler biyomimikriden esinlenerek çizim yaparken, yaptığımız çalışmada deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna göre yüzde olarak daha fazla biyomimikriden esinlendiği ve bu yönü ile farklılaştığı görülmüştür.

Doğanın yüzyıllardır devam eden sürdürülebilir düzenini, problemlere sunduğu akılcı çözümleri anlamayı hedefleyen biyomimikri yaklaşımının bilimsel süreç becerileri basamaklarının ve bilimsel yaratıcılığın yardımı ile eğitimde, günlük hayatta, teknolojiye, mimaride ve daha birçok alanda kullanılabileceği yapılan çalışmalarda görülmüştür (Yıldız, 2012; Eryılmaz, 2015; Gardner, 2015; Avcı, 2019). Bir ülkenin kalkınmasında ve ilerlemesinde en önemli unsurlardan biri olan nitelikli bireylerin yetiştirilmesi, ancak yaratıcı ve eleştirel düşünen, hayal eden, hayallerini işe vuruk tasarımlara dönüştüren bireylerin yetiştirilmesi ile mümkün olabilir. Bu özelliklere sahip bireyler yetiştirmede eğitim programları büyük öneme sahiptir. Bu programların uygulayıcısı olan eğitimcilere büyük görevler düşmektedir. Hayatilik ilkesi ile örtüşen biyomimikri yaklaşımının, yaşamın içinde, doğa ile bütünleşik, akılcı çözümler üreten, bilim ve teknolojiye doğanın eşsiz işleyişini kullanabilen bireyler yetişmesinde önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda biyomimikri uygulamalarına fen bilimleri müfredatında daha fazla yer verilmesi faydalı olacaktır.

6. ÖNERİLER

- Biyomimikri, biyoçeşitlilik, enerji dönüşümleri, insan ve çevre, sürdürülebilir kalkınma ve mühendislik tasarım süreci gibi Fen Eğitimi Programındaki birçok konuya entegre edilmesi uygun bir uygulamadır. Daha sonra yapılacak çalışmalarda biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin çevre bilinci, mühendislik algıları üzerine etkileri incelenebilir.
- Bu çalışma doğrultusunda biyomimikri uygulamaları ile öğretmenler tasarım ve proje tabanlı etkinlikler yoluyla öğrencilerin 21. yüzyıldaki becerilerinden; problem çözme, karar verme, yaratıcılık, analitik ve eleştirel düşünme gibi becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir
- Doğayı ve doğadaki akılcı çözümleri incelemeyi temel alan biyomimikri etkinlikleri kapsamında okul gezileri, kamplar, bilim merkezlerine geziler ve TÜBİTAK şenliklerine projeler hazırlanabilir.
- Yapılan çalışma farklı sınıf seviyelerinde de uygulanabilir.
- Çalışmamızın nitel bölümünde kullandığımız çizimlerde biyomimikriden esinlenme durumu incelenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda çizimlerin daha ayrıntılı ölççeklerle değerlendirilmesi yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Altun, Y. (2020, Kasım 16). Leonardo Da Vinci dehası uçan makineler. Erişim adres: <https://shiftdelete.net/da-vinci-dehasi/> adresinden 12 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Asal, R. (2020). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alawad A. A., Mahgoub Y. M., (February- 2014). The impact of teaching biomimicry to enhance thinking skills for students of art education in higher education, at the international teacher conference - United Arab Emirates.
- Alperen, N. F., (2020). *Ortaokul 5. sınıf bilim uygulamaları dersine yönelik stem temelli bir öğretim tasarımı: doğadan ilham alan teknolojiler*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Altun, Ş. (2011). *Doğanın inovasyonu: inovasyon için doğadan ilham al*. Ankara: Elma Yayınevi.
- Akdağ, E. (2022). *Stem temelli lego-robot etkinliklerinin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akdeniz, H. (2014). *Ortaöğretim biyoloji dersi ile öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları arasındaki ilişki*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve performansı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 77-83.
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7. sınıf fizik ünitesi örneği*. Yayınlanmış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: okullarda biyomimikri, *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233. DOI: 10.35346/aod.604872
- Başak, H. & Demirhan, H. (2017). Kambur Balina'nın yüzgeçlerinden esinlenerek oluşturulan kanat profil veriminin cfd analizi ile incelemesi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(2), 15-20. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gmbd/issue/30213/336824>
- Benyus, J.M. (1997). *Biomimicry: innovation inspired by nature*, New York: Harper Collins.
- Benyus J. M. (1958). In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Janine_Benyus adresinden 11 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Biyomimikri Enstitüsü. (2006). Doğanın birleştirici modelleri. Erişim adres: <https://toolbox.biomimicry.org/core-concepts/natures-unifying-patterns/> adresinden 11 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. & Demirel, F.(2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri*, 28. Baskı, Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Can, A. (2020). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. 9. Baskı, Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd end). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Çakır, A.(2019). *Biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri ile ilgili farkındalıkları*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiftçi, S., Sağlam, A.,Yayla, A. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında öğrenci, öğretmen ve eğitim ortamları. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, (24), 718-734. DOI: 10.29000/rumelide.995863.
- Çoban, M. (2019). *Integration Of Biomimicry Into Science Education*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dadaylı, G. (2020). *Fen bilimleri dersinde eğitsel oyun tekniğinin kullanılmasının 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneği. (2021, Eylül 24). Biyomimikri: köpek balığı derisi Erişim adres: <https://dosder.org.tr/biyomimikri-kopek-baligi-derisi/> adresinden 15 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Doyan, A., Susilawati, S., & Hardiyansyah, H. (2020). Development of Natural Science Learning Tools with Guided Inquiry Model Assisted by Real Media to Improve Students' Scientific Creativity and Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7 (1), 15-20. doi.org/10.29303/jppipa.v7i1.485
- Demirhan, E. (2015). *3d model tasarlamının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, problem çözme becerileri, bilimsel yaratıcılıkları ve sürece yönelik algılarına etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmış doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eryılmaz, H. (2015). Biyomimikri ve ergonomi: tasarımda doğadan yenilikçi ilham. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3 (3), 469-474.
- Gardner, G.E. (2012). Using biomimicry to engage students in a design-based learning activity. *The American Biology Teacher*, 74 (3), 182-184. doi: 10.1525/abt.2012.74.3.10
- Gökgöz, T. (2022). *Öğretmen adaylarının dolaşım sistemi konusu ile ilgili biyomimikri tasarımlarının analizi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Gülap, Ö. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine aktif öğretim etkinliklerinin etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 389-403. (ERIC Document Reproduction Service No. EJ647990)
- İner, S. (2019). Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Tasarım Enformatiği*, 1 (1), 15-29.
- Kanat, E. (2023). Biyomimetik tasarım ve giysi konforu uygulamaları. *Ideart Uluslararası Tasarım ve Sanat Dergisi*, 1(1), 24-35.
- Kara, S (2011). *7. sınıf öğrencilerinin SBS'deki fen başarıları ile bilimsel yaratıcılıkları arasındaki ilişki*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Karasar, N. (2020). Bilimsel araştırma yöntemi, 36. Baskı, Ankara: Nobel Yayınları.
- Kavakoğlu, F. (2015, Temmuz 3). Çağdaş sanata varış 163/ sanai üretim ve mimari. Erişim adres: <https://kavrakoglu.com/cagdas-sanata-varis-163-sinai-uretim-ve-mimari/> adresinden 15 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Kaya, Ş. (2022). *Biyomimikri uygulamalarının kullanıldığı stem eğitime yönelik hazırlanmış etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Kılıç, B. (2011). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve bilimsel tutum düzeylerinin belirlenmesi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kılıç, B. (2022, Ağustos 1). Biyomimikri nedir? Gerçek hayattan biyomimikri örnekleri. Erişim adres: <https://www.plumemag.com/biyomimikri-nedir-gercek-hayattan-biyomimikri-ornekleri/> adresinden 5 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- Kim, S. (2019). Development and effect of biomimicry robot education program based on technology education. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9 (4), 109-117. doi: 10.22156/CS4SMB.2019.9.4.109
- Kurtuluş, N (2012). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim uygulamalarının bilimsel yaratıcılık bilimsel süreç becerileri ve akademik başarıya etkisi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Liang, B. Y. (2002). *Encyclopedia of Mental Health and Psychological Counseling* (pp. 186-188). Tianjin: Nankai University Press.
- MEB. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Meadows, R. (1999). Designs from life, *Zooger* 28(4). Alındığı tarih:05.04.2022, adres: nationalzoo.si.edu
- Oliveira, AW, Brown, AO, Zhang, WS, LeBrun, P., Eaton, L. ve Yemen, S. (2021). Fostering Creativity in Science Learning: The Potential of Open- Ended Student Drawing. *Teaching and Teacher Trainig*, 105 ,103416. doi.org/10.1016/j.tate.2021.103416

- Qiang, R., Han, Q., Guo, Y., Bai, J., ve Karwowski, M. (2018). Critical thinking disposition and scientific creativity: The mediating role of creative self-efficacy. *The Journal of Creative Behavior*, 54 (1), 90–99. <https://doi.org/10.1002/jocb.347>
- Öztoprak, Z.(2020). Yaşamın ilkeleri ile kenti yeniden düşünmek: biyomimikri temelli bir yaklaşım. *Kent Araştırmaları Dergisi Özel Sayısı*, 1180 - 1204
- Pallant, J. (2020). SPSS Kullanma Klavuzu, SPSS ile Adım Adım Veri Kullanma Kılavuzu. (Çev. Balcı, S. ve Ahi, B.), Ankara: Ani Yayınları.
- Senemoğlu, N. (1996). Yaratıcılık ve Öğretmen Nitelikleri. (1-7) <https://www.academia.edu/44467793> adresinden alınmıştır.
- Sanne, F. , Risheim, I. , & Impelluso, T. (8-14 November 2019). Inspiring engineering in the K-12: Biomimicry as a bridge between math and biology. In, Proceedings of the ASME 2019 International Mechanical Engineering & Exposition, Bergen, Norway.
- Scott, G., Leritz, L. and Mumford, M. (2004). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. *Creativity Research Journal*, 16 (4), 361-388. doi:10.1080/10400410409534549
- 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.
- Summak, A. E. G. ve Aydın, Z. (2011). Yaratıcılık ve ulusal eğitim programlarında yaratıcılığa ilişkin araştırmalar. *Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 6, 1, 362–385.
- Sumrall, W.J. , Sumrall, K.M. & Robinson, H.A. (2018). Using biomimicry to meet NGSS in the lower grades. *Science Activities*, 55 (3-4), 115-126.
- Sürgü, B. (2022). 8. sınıf teknoloji ve tasarım dersinde biyotaklit uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkileri. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Tanrıverdi, E. (2019, Mart 2019). Amazonun dev nilüferi. Erişim adres: <https://www.facebook.com/nucleusbiyoloji/photos/a.278912135908343/599638213835732/?type=3> adresinden 15 Şubat 2021 tarihinde alınmıştır.
- Usta, E. (2021, Ocak 21). Amazonun dev nilüferi. <https://acibakisi.com/amazonun-dev-niluferi-emrah-usta/> adresinden 15 Şubat 2021 tarihinde alınmıştır.
- Yakışan, M. ve Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (2), 727- 753.
- Yener, Y. (2019). 'Biyometrik (Biyomimikri).' 'Fiziğin Bilimi ve Teknolojideki Uygulamaları' , (1. Baskı), içinde (1-11), Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının stem eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 63-90.
- Yıldız, H. (2012). *Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyometrik tasarımın yeri ve metodolojisi*. Yayınlanmış doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Yılmaz, B. (2019). *Bilimin doğası okuryazarlık düzeyi ile bilimsel yaratıcılık seviyesi arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Velioğlu, D. (2020). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin hayvanların özelliklerinden esinlenerek teknolojik ürün tasarlama etkinliklerinin fetemm eğitiminde uygulanması*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,, Samsun
- Zainuddin, Suyidno, Dewantara, D. , Mahtari, S. , Nur, M., Yuanita, L. & Sunarti, T. (2020). The Correlation of Scientific Knowledge-Science Process Skills and Scientific Creativity in Creative Responsibility Based Learning. *International Journal of Instruction*, 13 (3), 307-316. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13321a>
- Zhao, R. (2017, Şubat 9).Biomimetics Research: Smart-fabric inspired by pine cones. Erişim adresi: <https://oss.adm.ntu.edu.sg/n1604572j/biomimetics-research-smart-fabric-inspired-by-pine-cones/> adresinden 15 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.

8. EKLER

8.1. EK 1: DERS PLANI -1 (Biyomimikri tanıtımı)

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	7.Sınıf
Ünitenin Adı/No	
Konu	
Önerilen Süre	40+40 +40+40 Dakika

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları/Hedef Davranışlar	TT.8.C 4.1. Biyotaklit kavramını açıklar. TT.8.C.4.2. Biyotaklit ile tasarlanmış bir ürünü analiz eder.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış örüntüsü	Biyomimikri (Biyotaklit)
Öğretme Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Tartışma, soru cevap, anlatım, beyin fırtınası
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	https://asknature.org/collections/ https://biomimicry.org/ https://www.youtube.com/watch?v=M-GLRJeGZ8o (2 dakika) https://www.youtube.com/watch?v=SOBdpQV3NBA (6 dakika)
Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri	Dikenli pıtrak otu ve cırt cırdın icadı hikayesi sınıfa okunur. İsveçli Mühendis köpeği ile çıktığı dağ gezisinde kıyafetlerine ve köpeğinin tüylerine yapışan dikenli pıtrak otu bitkisinin tohumlarını büyüteçle inceler. İncelemenin sonunda tohumlar üzerinde kancalı yapılar keşfeder. Yaptığı sayısız deneme ve 10 yıllık süre sonunda velcro (cırt-cırt) bandı icat ederek 1957 yılında patentini alır. Günlük hayatta bir çok alanda kullanılan cırt-cırt bant biyomimikriye verilebilecek en yaygın örnektir. 'https://www.youtube.com/watch?v=M-GLRJeGZ8o' videosu sınıfa izletilir. Öğretmen sınıfa "Sizce doğadan esinlenilerek icat edilmiş başka araçlar, aletler var mıdır?" sorusunu yöneltir. Gelen cevaplar değerlendirilir.

	Güdüleme	Bu dersimizde doğayı taklit etme anlamına gelen biyomimikri kavramını öğrenmiş olacaksınız. Böylelikle doğadan ilham alınarak teknolojik veya günlük hayatımızı kolaylaştıran icatların neler olduğunu öğreneceğiz.
	Derse geçiş	Geçmişten günümüze insanoğlu doğayı ve doğadaki canlıları inceleyip icatlar yapmıştır. Siz de bu icatlara örnekler verebilir misiniz? Gelen cevaplar değerlendirilir. Uçak, gemi... vb. Ardından "Bilim Bakalım 30. Bölüm-Biyomimikri ve Biyobenzetim Nedir?" (https://www.youtube.com/watch?v=SOBdpQV3NBA) videosu açılır. (Video Konya bilim merkezinde çekilmiştir. Video izlenme esnasında yalıçapkını kuşu, balına yüzgeci, cırt-cırt bant, kertenkele, kedi, köpek balığı, kelebek, örümcek, nilüfer çiçeği, termit karıncaları gibi canlılardan esinlenilerek üretilen ürünler anlatılmaktadır. Video izlenirken öğretmen her organizma için; - Bu organizmalar hangi yapılara sahip? - Bu yapıya sahip olmanın organizmaya avantajı/ faydası nedir? - Verilen organizma ilham alınarak ne tür buluşlar tasarlanabilir? - Bu organizmadan esinlenerek ne tasarlardınız? Sorularını videoyu durdurarak sorar. Öğrencilerden gelen fikirleri dinler.
		Sınıf 5 kişilik gruplara ayrılır. Kartları etkinleştir etkinliği yapılır.



Uyluk kemiği - Eyfel kulesi



Pıtrak otu - Çırt çırt (Velcro)



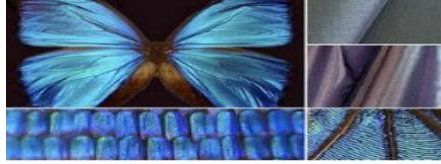
Termit Kuleleri - Eastgate alış veriş merkezi



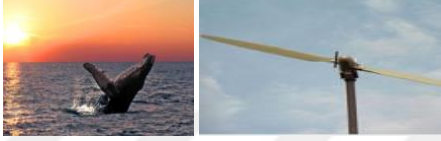
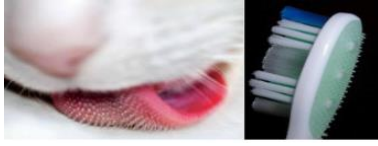
Victoria amazonica - Kristal Saray



Turuncu renkli gözlük - Penguen gözü



Morfo kelebeği - Strüktürel renk

Grupla öğrenme etkinlikleri		 Tespih böceği - Katlanabilen süzgeç
		 Kutu balığı - Mercedes Benz otomobili
		 Balina yüzgeci - rüzgar türbini
		 Nilüfer çiçeği yaprağı ve yüzeyi- kir itici özellik kazandırılmış giysi
		 Kedi dili - diş fırçası
		 Gecko kertenkelesi- tırmanış ayakkabısı

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	Kartları eşleştirme oyunu. Etkinlik sonunda her gruba 2 canlı örneği araştırma görevi verilir. Seçilen organizmaların hangi özellikleri geliştirilen ürün ve yapılara esin kaynağı olmuştur? Araştırınız.
---------------------	---

BÖLÜM IV

Planın Uygulanmasına ilişkin Açıklamalar	Plan kontrol grubu öğrencilerine uygulanmayacaktır.
--	---

8.2. EK 2: DERS PLANI -2 (Hava ve Su Direnci)

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	7
Ünitenin Adı/No	KUVVET VE ENERJİ
Konu	Enerji Dönüşümleri
Önerilen Süre	40+40+40+40 Dakika

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları/Hedef Davranışlar	3. ÜNİTE F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar. TT.8.C.4.3. Gündelik hayatında var olan bir sorunun çözümünde biyotaklit kavramını kullanarak ürün tasarlar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış örüntüsü	Enerjinin korunumu, sürtünme ile kinetik enerji kaybı, hava ve su direnci
Öğretme Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Biyomimikri öğretim yöntemi, tartışma, soru cevap, anlatım, beyin fırtınası
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders kitabı, Eba , https://asknature.org/
Açıklamalar	a. Hava veya su direncinin farklı taşıtların tasarımındaki etkisine değinilir. b. Tasarımlar çizimle ortaya konulur, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez.
Etkinlikler	

Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri	Dikkat Çekme (5 dk)	Öğretmen dersin ilk aşamasında sürtünme kuvvetinin hareket (kinetik) enerjisi üzerine etkisine dikkat çekmek için bir elinde buruşturulmuş diğer elinde ise açık tuttuğu özdeş kağıt parçalarını elinde tutar. "İkisini de aynı anda bırakacağım. Sizce önce hangisi yere düşer? Neden?" sorularıyla derse dikkat çeker. Öğretmen öğrencilerin cevaplarını dinler. 
	Güdüleme (5 dk)	Öğretmen "5. sınıfta sürtünme kuvvetinin günlük hayatımızdaki olumlu ve olumsuz etkilerini öğrenmiştik. Bu yıl sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerine etkilerini öğreneceğiz. Bu sayede çevrenizdeki hareket eden cisimlere sürtünme kuvvetinin etkisini öğrenmiş olacaksınız." der. Dersin ilk aşamasında öğrencilerin ön öğrenmelerini açığa çıkarmak ve eksikliklerini tamamlamak için ekte yer alan çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır ve öğrenciler ile birlikte çalışma kağıdı üzerinden ilgili kazanımlar ile ilgili öğrencilerin " Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar." kazanımına yönelik hazır bulunuşlukları sağlanır. Hazır bulunuşluklar sağlandıktan sonra biyomimikri öğretim yöntemi yaklaşımı uygulanır.

Gözlem

Öğretmen akıllı tahtada görselleri öğrencilere gösterir.



Verilen bu iki canlının isimlerini tahmin etmeleri istenir. Tahminler sonrasında uçan sincap ve yalıçapkını kuşu oldukları belirtilir.



İki yeni görsel öğrencilere gösterilir ve aşağıdaki sorular yönlendirilir.

Kesfet

Hangi görseli hangi canlı ile ilişkilendirdiniz?

Sizce yukarıdaki görsellerden hangisinde sürtünme kuvvetini artırıcı, hangisinde azaltıcı bir durum söz konusudur?

Görselleri verilen araç ve canlılar hangi ortamda sürtünme kuvvetine maruz kalmaktadır?

Hava ve su da canlılara ve cansızlara sürtünme kuvveti uygular mı? Cevabınız evet ise örnekleri artırır mısınız?

	Taklit et- Tasarla Gerçek yaşam problemi içeren aşağıdaki senaryo her öğrenciye dağıtılır. 40 dakika süre verilir. Aşağıdaki yönerge doğrultusunda etkinliğe devam edilir. Aşağıda verilen senaryoyu dikkatlice okuyunuz. Sizden soruları yanıtlamanız ve son kısımda özgün bir tasarım çizmeniz beklenmektedir. SENARYO Ali ve ailesi Ege'de küçük bir sahil kasabasında yaşamaktadır. Ali'nin babası geçimlerini balıkçılık yaparak sağlamaktadır. Ali okuldan sonra boş vakitlerinde babasına yardım etmektedir. Bir gün sefer dönüşü babasının yanında çalışan elemanla konuşmalarına kulak misafiri olur. Babası teknesinin çok eski olmasından yakınmaktadır. Tekne eski olduğundan diğer teknelere göre yavaş ilerlediğinden bahsetmektedir. Ali gece yatmadan babasının anlattıklarını uzun uzun düşünür ve aklına o gün fen bilimleri dersinde hava ve suyun cisimlere bir direnç uyguladığını öğrendikleri gelir. Öğretmeni hava ve su araçlarının bu dirençler göz önüne alınarak tasarlandığından bahsetmiştir. Bu düşüncelerle uykuya dalan Ali rüyasında hava ve su direncini en aza indirecek ve günlük hayatı kolaylaştıracak bir araç tasarladığını görür. 1. Hava ve su direnci nedir, kısaca bilgi veriniz? 2. Hava ve su direncinin taşıtların hızına etkisi sizce nasıldır? Düşüncelerinizi birkaç cümle ile açıklayınız. 3. Kendinizi Ali'nin yerine koyarak, hava ve su direncini en aza indirecek bir tasarım çizin. Çiziminizi detaylı şekilde açıklayınız. Yukarıda verilen senaryo ile etkinlik aşaması tamamlanır.
--	--

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme:	Paylaş Her öğrenciden tasarım çizimlerini sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenir.
----------------------	---

EK ÇALIŞMA YAPRAĞI

A) Aşağıda verilen cümlelerin başına uygun olan "D"(doğru) "Y" (yanlış) sembollerini yazınız.

- 1.() Sürtünme kuvveti kinetik enerjinin ısıya dönüşmesini sağlar.
- 2.() Uçaklar sürtünme kuvvetini artırıcı bir tasarıma sahiptir.
- 3.() Ellerimizi hızlıca birbirine sürttüğümüzde kinetik enerji ısı enerjisine dönüşür.
- 4.() Sürtünme kuvveti cisimlerin hareketini yavaşlatır.
- 5.() Otomobillerde sürtünme kuvvetinin artması kinetik enerjiyi azaltır.

B) Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları tamamlayınız.

1. Sürtünme kuvveti cisimlerin hareket yönüne
2. Sürtünme kuvveti cisimlerinenerjisini zamanla azaltır.
3. Var olan enerjiolmaz, enerji başka bir türe
4. Paraşüt kullanımı hava direncininörnek olarak verilebilir.
5. Sudaki sürtünme kuvvetinedenir.
6. Daldan düşen elmanınenerjisi azalırken.....enerjisi artar.
- 7.Bardağı elimizde tutabilmemiz için sürtünme kuvvetininolması gerekir.
8. Havada uçan kuşun hem hemenerjisi vardır.
9. Yağmur damlaları yere düşerken sayesinde yavaşlar.
10. Hareket eden cisimlersahipken, duran cisimlersahiptir.

C) Aşağıda bazı ifadeler verilmiştir. Verilen bu ifadelerin yanlarına "sürtünmeyi azaltmak" veya "sürtünmeyi arttırmak" ifadelerinden uygun olanı yazınız.

1. Büyük valizlere tekerlek takılması
2. Dalgıç kıyafetlerinin özel olarak tasarlanması
3. Kış aylarında araba lastiklerine zincir takılması
4. Merdivenlere kaydırmaz bantların yapıştırılması
5. Kış aylarında buzlu yollara kum ve tuz dökülmesi
6. Kışlık botların tabanlarının girintili çıkıntılı yapılması
7. Kapı menteşelerinin yağlanması
8. Kaleci eldivenlerinin ön kısımlarının pürüzlü yapılması
9. Uçakların ön kısımlarının ve kanatlarının sivri yapılması
10. İş makinelerinin büyük ve dişli yapıda tekerleklerle sahip olması

8.3. EK 3: DERS PLANI -3 (Fotoğraf Makinem)

BÖLÜM I:

Dersin adı	Fen Bilimleri	Konu: Işığın Kırılması ve Mercekler
Sınıf	7.Sınıf	Süre: 40+40+40+40 Dakika
Ünitenin Adı	Işığın Madde İle Etkileşimi	

BÖLÜM II:

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar	
	TT.8.C.4 3. Gündelik hayatında var olan bir sorunun çözümünde biyotaklit kavramını kullanarak ürün tasarlar	
Ünite Kavramları ve Sembolleri/ Davranış Örüntüsü	ışığın kırılması, mercekler, ince kenarlı mercek, kalın kenarlı mercek,	
Güvenlik Önlemleri (Varsa)	-	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Biyomimikri öğretim yöntemi, tartışma, soru cevap, anlatım, beyin fırtınası,	
Kullanılan Eğitim Teknolojileri- Araç, Gereçler ve Kaynakça *Öğretmen *Öğrenci	Ders Kitabı, EBA, öğrenci çalışma kağıdı	
Açıklamalar	Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir	
Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:		
Dikkati Çekme (5dk)	Öğretmen derse bir büyüteç, düz ayna, gözlük ve mikroskopla gelir. "Bu dört aletin ortak noktası nedir?" diye sorar. Gelen yanıtları değerlendirir.	
Güdüleme Gözden Geçirme (5dk)	Birinci dönem ilk ünitedeki "Uzay Araştırmaları" konusuyla ayna ve mercekler kullanılarak geliştirilmiş teleskop, uzay teleskopu .. vb. araçları öğrenmiştiniz. Bu dersimizde günlük hayatımızda hemen hemen her yerde kullanılan ayna ve mercek içeren alet ve araçların örneklerini arttırarak öğreneceğiz. Böylelikle bu alet ve araçların günlük hayatımızdaki önemini fark etmiş olacaksınız.	

Dersin ilk aşamasında öğrencilerin ön öğrenmelerini açığa çıkarmak ve eksikliklerini tamamlamak için ekte yer alan çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır ve öğrenciler ile birlikte çalışma kağıdı üzerinden ilgili kazanımlar ile ilgili öğrencilerin "Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar" kazanımına yönelik hazır bulunuşlukları sağlanır. Daha sonra biyomimikri öğretim yöntemi yaklaşımı uygulanır.

Gözlem



Keşfet

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



Ardından arı peteği ve ilk ünite de öğrenilen altıgen şekilli üretilmiş teleskop gösterilir. Bu teleskoplar, gök cisimlerinden gelen ışıkları daha iyi çeker. Bal arılarının bal saklama alanını geometrik açıdan tasarruflu kullanmalarından esinlenilerek geliştirilen bu teleskoplar geniş bir görüş alanı, yüksek görüntü kalitesi ve genel yapının daha kuvvetli olmasını sağlar.

Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) (40 dakika)	<u>Taklit et - Tasarla</u> Gerçek yaşam problemi içeren aşağıdaki senaryo her öğrenciye dağıtılır. 40 dakika süre verilir. Aşağıdaki yönerge doğrultusunda etkinliğe devam edilir. Aşağıda verilen senaryoyu dikkatlice okuyunuz. Sizden soruları yanıtlamanız ve son kısımda özgün bir tasarım çizmeniz beklenmektedir. SENARYO Zeynep fotoğraf çekmeyi çok sevmektedir. Babasının gençlik yıllarından kalan makinesiyle gördüğü her şeyin fotoğrafını çekmektedir. Babasının da desteği ile fotoğraflarını bir albüme dönüştürmeye ve albümünde çektiği her fotoğrafın öyküsünü de fotoğrafın yanına not etmeye karar verir. Zamanla çektiği fotoğraflardaki canlı ve cansız varlıkların da özelliklerini araştırıp yazmaya başlamıştır. Kısaca hem görsel hem de yazılı bir doküman elde etmiş olur. Bir süre sonra babasının eski makinesi ile çekim yapmanın zorlukları ile karşılaşır. Daha yüksek çözünürlüklü bir makineye ihtiyacı olduğunu fark eder. Yeni bir makine almak için harçlıklarını biriktirmeye başlar. Albümüne eski ve yeni makinesinin de fotoğrafının olacağı bir sayfa eklemeye karar verir. Araştırmaları sonucu eski makinesinde hem mercek hem de ayna olduğunu yeni makinesinde ise sadece merceklerin olduğunu anlar. 1. Fotoğraf makinelerinde kullanılan ayna ve mercekler sizce ne işe yaramaktadır? 2. Ayna ve mercekler kullanılarak günlük hayatta birçok cihaz üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu alanlara örnekler veriniz. 3. Günlük hayatta işlerinizi kolaylaştıracak ayna ve mercekleri kullanacağınız tasarımınızı çiziniz. Çiziminizi detaylı şekilde açıklayınız.. Yukarıda verilen senaryo ile etkinlik aşaması tamamlanır.
---	---

BÖLÜM III

	<u>Paylaş</u> Her öğrenciden tasarım çizimlerini sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenir.
--	--

EK - ÇALIŞMA KAĞIDI

A) Aşağıda verilen cümleleri dikkatlice okuyarak doğru olanların başına 'D', yanlış olanlarının başına ise 'Y' harfi yazınız.

(....) Mercekler aynalardan yapılır.

(....) Işık her ortamda aynı hızla yayılmaz.

(.....) Yakınsak merceğin kenarları kalın, ortası incedir.

(.....) İnce kenarlı mercekler büyüteç olarak da kullanılır.

(.....) Miyop göz kusuru için ince kenarlı mercek kullanılır.

(.....) Yüzeye dik çizilen doğruya 'yüzey normali' adı verilir.

(.....) Işığın havadaki sürati, sudaki süratinden daha fazladır.

(.....) Mikroskop, dürbün, teleskop, gözlük ve büyüteç gibi cisimlerde mercekler bulunmaktadır.

(.....) İnce kenarlı merceklerin kenarları ortasına göre daha incedir.

(.....) Işığın ortam değiştirirken doğrultu değiştirmesine ışığın kırılması denir.

(.....) Bir cismin kalın kenarlı mercekte oluşan görüntüsü cisimden büyük olur.

(.....) Kalın kenarlı mercekler aynı zamanda 'yakınsak mercekler' olarak bilinirler.

B) Aşağıda verilen yapılardan mercek bulunanları işaretleyiniz.



8.4. EK 4: DERS PLANI -4 (Kitap Kurdu)

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	7
Ünitenin Adı/No	Elektrik Devreleri
Konu	Ampulleri Bağlama Şekilleri
Önerilen Süre	40+40+40+40 Dakika

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları/ Hedef Davranışlar	7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar. (<i>Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir</i>) TT.8.C.4.3. Gündelik hayatında var olan bir sorunun çözümünde biyotaklit kavramını kullanarak ürün tasarlar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış örüntüsü	Elektrik akımı, Seri ve paralel bağlama,
Öğretme Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Biyomimikri öğretim yöntemi, tartışma, soru cevap, anlatım, beyin fırtınası, uygulama
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders kitabı, Eba, https://asknature.org/
Açıklama	<i>Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir.</i>
Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri	Dikkat Çekme Evlerimizde her odanın ışığı aynı elektrik düğmesiyle mi açılır? Sorusu yönlendirilir. Gelen cevaplardan sonra ayrı ayrı açılıp kapatıldığı belirtilir. Peki, bu durum nasıl sağlanır?
	Güdüleme Bu dersimizde "Günlük hayatımızda aydınlatma ürünlerinde tasarruflu ürünler tasarlanmasının önemini öğreneceksiniz." ifadesi öğrencilere yöneltilir.

	Derse Geçiş	Dersin ilk aşamasında öğrencilerin ön öğrenmelerini açığa çıkarmak ve eksikliklerini tamamlamak için ekte yer alan çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır. Öğrenciler ile birlikte çalışma kağıdı üzerinden "Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar." kazanımına yönelik hazır bulunuşlukları sağlanır. Ardından biyomimikri öğretim yöntemi yaklaşımı uygulanır. <u>Gözlem</u>  Okaliptüs çiçeği Görsel öğrencilere gösterilir. Bu canlı ne tür yapılara sahip tarif ediniz. Gelen cevaplar değerlendirilir. Aşağıdaki ikinci görsel gösterilir.  sokak lambası <u>Keşfet</u> İki resim arasındaki benzerlikler nelerdir? Okaliptüs çiçeğinin hangi özelliği sokak lambasının tasarımına ilham kaynağı olmuştur? Okaliptüs çiçeğinin şeklindeki yapısından esinlenilerek sokak lambaları tasarlanmıştır. Batı Avustralya'da yetişen çiçeğin yapısal özelliği ile tasarlanan lamba yapısının ışığı tek yöne yayarak tasarruf sağladığı belirtilir. Gazete haberi öğrencilere okunur. Haber üzerinde düşünceleri istenir. Filipinlerde Bir Köy Elektrik olmayan bu köyde köylüler kendi imkanlarıyla aydınlanıyor. Ancak ortamda ne bir elektrik devresi var ne de bir elektrik kaynağı. Pet şişeler evin çatısına yerleştiriliyor. Pet şişe içerisine su, çamaşır suyu ve karbonat konuluyor. Filipinli bir öğrenci tarafından tasarlanan bu araç karanlık ortamların aydınlanmasını sağlıyor. Kaynak: Basından
--	-------------	---

	Etkinlikler	Taklit et - Tasarla Gerçek yaşam problemi içeren aşağıdaki senaryo her öğrenciye dağıtılır. 40 dakika süre verilir. Aşağıdaki yönerge doğrultusunda etkinliğe devam edilir. Aşağıda verilen senaryoyu dikkatlice okuyunuz. Sizden soruları yanıtlamanız ve son kısımda özgün bir tasarım çizmeniz beklenmektedir. SENARYO Sevgi, yaz tatil için dedesinin yaşadığı köye gitmişti. Yeşillikler içindeki bu küçük köyde yapılacak birçok iş vardı. Sevgi hevesle ve özveri ile tüm işlerde dedesine yardım eder, akşam yemeğinden sonra ise en büyük tutkusu olan kitap okuma saatinin gelmesini iple çekerdi. Ne yazık ki ev sadece yaz ayları için kullanılan küçük bir evdi ve Sevgi aynı odada dedesi ve ninesi ile birlikte uyumak zorundaydı. Dedesi ve ninesi erken uyuduğundan ışığı açarak onları rahatsız etmek istemez. Bu duruma bir çözüm arayan Sevgi, kitap okurken kullanabileceği bir aydınlatma aracı tasarlamaya karar verir ve işe bu aracın tasarımını çizmekle başlar. 1- Günlük hayatımızda ne tür aydınlatma araçları kullanmaktayız? 2- Sizce köy gibi yerleşim yerlerinde hangi aydınlatma araçları kullanılmaktadır? 3- Kendinizi Sevgi'nin yerine koyarak tasarımınızı çizin. Çiziminizi detaylı şekilde açıklayınız. Yukarıda verilen senaryo ile etkinlik aşaması tamamlanır.
--	-------------	--

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	Paylaş Her öğrenciden tasarım çizimlerini sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenir.
---------------------	---

EK ÇALIŞMA KAĞIDI

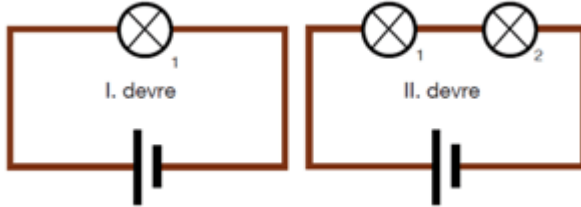
A) Aşağıda verilen cümlelerden akıma ait olanların başına "A", gerilime ait olanların başına ise "G" harfi koyunuz.

- () Birimi volt'tur. () Birimi amper'dir.
() Sembolü "V" harfidir. () Ampermetre ile ölçülür.
() Voltmetre ile ölçülür. () Sembolü "I" harfidir.

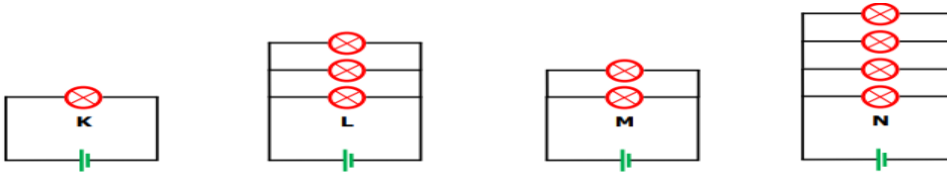
B) Aşağıda verilen cümlelerin doğru olanlarının başına "D", yanlış olanların başına "Y" harfi koyunuz.

1. () Ampullerden biri söndüğünde diğerleri de sönüyorsa bu devre seri bağlıdır.
2. () Elektrik akımının şiddetini ölçen alete voltmetre denir.
3. () Elektrik akımının direnci az olan yolu tercih etmesi sonucu kısa devre olur.
4. () Akım şiddetinin birimi "amper" olarak adlandırılır.
5. () Voltmetre devreye seri bağlanırken, ampermetre paralel bağlanır.
6. () Paralel bağlı bir devrede ampul sayısı artarsa parlaklık azalır.
7. () Bir iletkenin uçları arasındaki gerilimin, iletkenin geçen akıma oranına direnç denir.
8. () Seri bağlı bir devrede ampul sayısı arttıkça ampullerin parlaklığı artar.

C) Aşağıda verilen devrede 1 numaralı ampule 2 numaralı ampul seri olarak bağlanmıştır. 1 Numaralı ampulün parlaklığı bu durumdan nasıl etkilenmiştir? Kısaca açıklayınız.



D) Aşağıda verilen K, L, M ve N ampullerinin parlaklıkları arasındaki ilişkiyi yazınız.



8.5. EK 5: BİLİMSEL YARATICILIK TEST SORULARI

Adı- Soyadı:

Sınıfı:

Cinsiyet:

Okulu:

BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ SORULARI

Sevgili Öğrenciler,

Bu test sizin bilimsel yaratıcılığınızı belirlemek amacıyla uygulanmaktadır.

Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca çok, soruyu çeşitli yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmenizdir. Bilimsel yaratıcılık puanınızın hesaplanmasında sorulara verdiğiniz cevapların sayısı, çeşitliliği ve özgünlüğü dikkate alınacaktır.

Testteki sorular sırasıyla çözülecektir ve her sorunun cevaplama süresi 6'şar dakikadır. Yani bir soruyu cevaplamaya başladıktan 5 dakika sonra diğer soruya geçilecektir. Toplam süre 35 dakikadır.

İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Basarılar...

SORULAR

Soru 1:

Boş bir teneke konserve kutusunu, laboratuvarında ne gibi amaçlarla kullanabileceğini sırala.

Soru 2:

Bir zaman makinesi icat etseydin hangi zamana gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak isterdin?

Soru 3:

Bir okul çantasını daha kullanışlı, ilginç ve güzel yapmak için ne gibi önerilerin olabilir? Önerdiğin değişiklikleri nedenleriyle anlat. Yaptığın değişikliklerin uygun olduğunu nasıl ispat edersin?

Soru 4:

- a) Hiç gece/gündüz olmasaydı hep gündüz/gece olsaydı, dünyada neler olurdu?
- b) Dünya güneşin etrafında dönmeseydi neler olurdu?

Soru 5:

İki çeşit tuvalet kağıdı var. Hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edebilirsin? Aklına gelen tüm yöntemleri sıralar mısın? (kullanılan araç gereç, ilkeler ve işlem sırası ile birlikte yaz)

Soru 6:

Lütfen mümkün olabilecek farklı yollarla bir kareyi eşit dört parçaya böl.

Soru 7:

Lütfen bir elma toplama makinesi tasarla. Resmini çizip makinene isim ver ve her bir parçasının işlevini ve adını yaz.

8.6. EK 6: BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ SORULARININ PUANLAMASI

Soru 1. Değişik (alışılmadık) Kullanımlar

Boş bir teneke konserve kutusunu, laboratuvarında ne gibi amaçlarla kullanabileceğini sırala. **Puanlama:**

- Her bir cevap için 1 puan (akıcılık)
- Her bir değişik uygulama için +1 puan (esneklik)
- %5'den daha az kişide rastlanan her bir cevap için +2 puan,
- %5-%10 arası için +1 puan (orijinallik)

Soru 2. Problemi Bulma

Bir zaman makinesi icat etseydin hangi zamana gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak isterdin? **Puanlama:** Soru 1'deki gibi

Soru 3. Ürün Geliştirme

Bir okul çantasını daha kullanışlı, ilginç ve güzel yapmak için ne gibi önerilerin olabilir? Önerdiğin değişiklikleri nedenleriyle anlat. Yaptığın değişikliklerin uygun olduğunu nasıl ispat edersin? **Puanlama:** Soru 1'deki gibi

Soru 4. Bilimsel Hayal Kurma

- a) Hiç gece/gündüz olmasaydı hep gündüz/gece olsaydı, dünyada neler olurdu?
b) Dünya güneşin etrafında dönmeseydi neler olurdu?

Puanlama: Soru 1'deki gibi

Soru 5. Fen Deneyi

İki çeşit tuvalet kağıdı var. Hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edebilirsin?

Aklına gelen tüm yöntemleri sıralar mısın?(kullanılan araç gereç, ilkeler ve işlem sırası ile birlikte yaz)

Puanlama:

- Verilen her bir metot için en fazla 9 puan- araç gereçler için 3, ilkeler için 3, işlem sırası için 3 puan
- Bir cevap iki mükemmel metodu öneriyorsa toplam 18 puan
- Ek olarak tüm cevapların %5'inden az olan metotlara 4 puan, %5-%10 arasına 2puan.
- Burada özgünlüğe çok puan verilir çünkü öğrencilerin 1 ya da 2 metottan fazlasını düşünmeleri güçtür.

Soru 6. Problem Çözme

Lütfen mümkün olabilecek farklı yollarla bir kareyi eşit dört parçaya böl. **Puanlama:**

- %5'den daha az kişide rastlanan her bir cevap için 3 puan, %5-%10 arası için 2 puan
- %10'dan fazla için 1 puan (akıcılık ve orijinalliğin birleşimi)

Soru 7. Ürün Tasarlama

Lütfen bir elma toplama makinesi tasarla.

Resmini çizip makinene isim ver ve her bir parçasının işlevini ve adını yaz. **Puanlama:**

- Makinenin verilen her bir ayrı fonksiyonu için 3'er puan. İlave olarak kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ila 5 arasında bir özgünlük puanı.

8.7. EK 7: VELİ ONAM FORMU

Sayın veli,

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “*Biyomimikri Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıkları Üzerine Etkisi*” adıyla, 28.03.2022-31.12.2022 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Yapılacak çalışmada biyomimikri uygulamalarının 7.sınıf ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları ve tasarım çizimleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimini gözlemlemek için araştırmacı tarafından hazırlanan fen bilimleri öğretim programına entegre edilmiş biyomimikri öğretim yöntemi temelli etkinlikler uygulanacaktır. Araştırma öncesi ve sonrası uygulanacak BYT ile biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi incelenecektir.

Araştırma Uygulaması: Biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisinin tespiti için araştırmacı tarafından geliştirilen dört etkinlik kullanılacaktır.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkilerini etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli

olacaktır. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla

Velisi bulunduğum sınıfı numaralı öğrencisi
.....

.....'in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. (Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz*).

.../.../... ..

İmza:

Veli Adı-Soyadı:

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Demet AYDIN

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Fen Eğitimi	Düzce Üniversitesi	2023
Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Hacettepe Üniversitesi	2004
Lise	Sayısal	Kırklareli Atatürk Lisesi	2000

YAYINLAR:

1. Aydın, D., Bilir, V. (2023). Fen eğitiminde biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisinin incelenmesi. *IX. Turkcess 2023 Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi*. 18-20 Mayıs, İstanbul.
2. Aydın, D., Karaçam, S., İmert, M. N. (2021). Ortaokul öğrencilerinin bilim insanı olmaya yönelik öz-yeterlilik inançlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. "2. Maarif Kongresi" Bildirileri Bildiri Özetleri Kitabı. 13-18 Temmuz. Ankara: Matsa Basımevi, 53.