



**İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNE
YÖNELİK BİYOMİMİKRIYE DAYALI
YARATICILIĞI DESTEKLEYEN FEN
ÖĞRETİM PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ:
TASARIM TABANLI ARAŞTIRMA**

**Doktora Tezi
GÖZDE YILMAZ
Eskişehir 2025**

**İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNE
YÖNELİK BİYOMİMİKRIYE DAYALI YARATICILIĞI DESTEKLEYEN
FEN ÖĞRETİM PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ:
TASARIM TABANLI ARAŞTIRMA**

GÖZDE YILMAZ

DOKTORA TEZİ

Özel Eğitim Ana Bilim Dalı

Özel Yetenekliler Eğitimi Programı

Danışman: Doç. Dr. Bilge BAL SEZEREL

İkinci Danışman: Prof. Dr. Evrim GENÇ KUMTEPE

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Eylül 2025

Eskişehir

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 211E219 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Gözde YILMAZ'ın "İlkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen fen öğretim programının geliştirilmesi: Tasarım tabanlı araştırma" başlıklı tezi 07/08/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Özel Eğitim Anabilim Dalı Özel Yetenekliler Eğitimi Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı-Adı-Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı):

Doç. Dr. Bilge BAL SEZEREL

Üye

:

Prof. Dr. Elvan GÜNEL

Üye

:

Doç. Dr. Nazmiye Nazlı ATEŞGÖZ

Üye

:

Doç. Dr. Şule GÜÇYETER

Üye

:

Doç. Dr. Sezen CAMCI

Prof. Dr. Nafiz Öncü CAN

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK BİYOMİMİKRIYE DAYALI YARATICILIĞI DESTEKLEYEN FEN ÖĞRETİM PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ: TASARIM TABANLI ARAŞTIRMA

GÖZDE YILMAZ

Özel Eğitim Ana Bilim Dalı

Özel Yetenekliler Eğitimi Doktora Programı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eylül 2025

Danışman: Doç. Dr. Bilge BAL SEZEREL

İkinci Danışman: Prof. Dr. Evrim GENÇ KUMTEPE

Bu çalışmada ilkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen bir fen öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için tasarım, kuram ve uygulamanın etkileşimine dayanan tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcılarını amaçlı örnekleme yoluyla belirlenen Eskişehir’de bir devlet okulunun 4. sınıf öğrencileri ve bu öğrencilerin sınıf öğretmeni oluşturmuştur. Araştırma verileri gözlemler, yarı-yapılandırılmış görüşmeler, öğrenci ürünleri, öğrenci günlükleri, çalışma ekibi toplantı kayıtları ve ses kayıtları aracılığıyla toplanmıştır. Verilerin çözümlenmesinde içerik analizi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar geliştirilen programın öğrencilerde biyomimikri ve fene dair alan bilgisi ve farkındalıklarını artırdığını, yaratıcı düşünme, fikir üretme, problem çözme, tasarım üretme gibi yaratıcılık becerilerini geliştirdiğini, bilimsel süreç becerilerini desteklediğini, grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerilerine katkı sağladığını ve daha hızlı, kolay ve kalıcı öğrenmelerine yardımcı olduğunu göstermiştir. Program boyunca öğrenciler, işlenen derslerden ve tasarım sürecinden zevk alma, ilgi, merak ve motivasyon duyma, programın devamını isteme, biyomimikriyi gelecek yaşantıda da kullanma isteği gösterme gibi yaratıcı kişilik özellikleri sergilemişlerdir. Ayrıca öğrenciler ve sınıf öğretmeni uygulanan programın, öğretimi farklılaştırarak fen bilimleri dersini sıradanlıktan çıkardığını ifade etmişlerdir. Program sürecinde karşılaşılan; sınıf mevcudu, arkadaşlık ilişkileri, sınav takvimi gibi zorluklara karşın ise sınıf öğretmeni ve araştırmacı uygulamaya dönük öneriler geliştirmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, tasarım tabanlı araştırma, fen, yaratıcılık

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A BIOMIMICRY-BASED SCIENCE EDUCATION PROGRAM FOR PRIMARY SCHOOL STUDENTS THAT SUPPORTS CREATIVITY: DESIGN-BASED RESEARCH

GÖZDE YILMAZ

Department of Special Education

Gifted Education Program

Anadolu University, Graduate School, September 2025

Advisor: Doç. Dr. Bilge BAL SEZEREL

Co-Supervisor: Prof. Dr. Evrim GENÇ KUMTEPE

This study aimed to design, implement, and develop a biomimicry-based science education program for elementary school students that supports creativity. For this purpose, design-based research method based on the interaction of design, theory and application was used. Participants in the study were 4th-grade students at a public school in Eskişehir, selected through purposive sampling, and their classroom teacher. The research data were collected through observations, semi-structured interviews, student products, student diaries, study team meeting records and audio recordings. Content analysis was used to analyze the data. The results of the study demonstrated that the program increased students' content knowledge and awareness of biomimicry and science; developed creative skills such as creative thinking, idea generation, problem solving, and design production; supported scientific process skills; contributed to group work, collaboration, and communication skills; and facilitated faster, easier, and more sustained learning. Throughout the program, students exhibited creative personality traits such as enjoying the lessons and the design process, expressing interest, curiosity, and motivation; seeking to continue the program; and demonstrating a desire to incorporate biomimicry into their future endeavors. In addition, the students and the classroom teacher also stated that the program differentiated instruction and elevated science instruction beyond its ordinary. Despite challenges encountered during the program, such as class size, peer relationships, and exam schedules, the classroom teacher and the researcher developed practical recommendations.

Keywords: Biomimicry, design based research, science, creativity

TEŞEKKÜR

Mühür'üme...

Tez sürecim boyunca bilgisini, desteğini ve özverisini benden esirgemeyen, pozitif yaklaşımıyla her zaman yanımda olan değerli danışmanım Doç. Dr. Bilge BAL SEZEREL'e; farklı bakış açısı, yaratıcı önerileri ve ufuk açıcı vizyonu ile beni sınırlandırmayan aksine özgürleştiren, sıcak, samimi ve yapıcı yaklaşımıyla desteğini her an omzumda hissettiren kıymetli danışmanım Prof. Dr. Evrim GENÇ KUMTEPE'ye sonsuz teşekkür ederim. Bu süreçte değerli katkılarıyla tezimi zenginleştiren kıymetli komite üyelerim Prof. Dr. Elvan GÜNEL ve Doç. Dr. Nazmiye Nazlı ATEŞGÖZ Hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Getirdikleri öneriler ile tezime önemli katkılar sağlayan değerli jüri üyelerim Doç. Dr. Sezen CAMCI ve Doç. Dr. Şule GÜÇYETER Hocalarıma çok teşekkür ederim.

Araştırmanın farklı aşamalarında birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım, eğitim ve bilim adına büyük bir özveri örneği sergileyen kıymetli hocalarımız Uzm. Öğretmen Hakan DUMAN, Neşe KIVANÇ, Şura HIZLI, Öğr. Gör. Dr. Ümit Yılmaz YILDIZ, Hüseyin ERYILMAZ ve Uzm. Öğretmen Murat DOĞAN'a emeklerinden dolayı içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmada yer alan sevgili öğrencilere ve onları destekleyen değerli ailelerine ayırdıkları vakit, gösterdikleri ilgi ve sundukları katkı için çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda duran, her düştüğümde beni ayağa kaldıran, sabırla ve anlayışla her derdimi dinleyen, hakkımı asla ödeyemeyeceğim canım annem Saime YILMAZ'a; bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen, hüznümle hüzenlenip sevincimle mutlu olan canım babam Arif YILMAZ'a; yaratıcı fikirleriyle en kilit anlarda ilham veren, moral ve motivasyonu bana her koşulda destek olan canım kardeşim Av. Burak Selçuk YILMAZ'a gönülden teşekkür ederim. Bu süreçte kaybettiğim canım kedim Mühür'üme ve süreç boyunca sevimli halleriyle yüzümü güldüren, zorlu anlarımda stresimi paylaşan Panda'cığıma sonsuz teşekkür ederim...

Gözde YILMAZ

Eskişehir, 2025

07.08.2025

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Gözde YILMAZ

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Bu tezi hazırlarken (ChatGPT, Gemini, DALL-E vb.) üretken yapay zekâ programlarından destek almadığımı beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

(İmza)

GÖZDE YILMAZ

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar DİZİNİ	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xviii
GÖRSELLER DİZİNİ	xix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırmanın Önemi	5
1.4. Varsayımlar	7
1.5. Sınırlılıklar	7
1.6. Tanımlar	7
2. LİTERATÜR	8
2.1. Biyomimikri Kavramı ve Tarihçesi	8
2.2. Biyomimikrinin Düzeyleri.....	9
2.3. Biyomimikri Tasarım Yaklaşımları.....	11
2.3.1. Tasarımdan biyolojiye yaklaşımı.....	11
2.3.2. Biyolojiden tasarıma yaklaşımı.....	13
2.4. Biyomimikrinin Eğitimde Kullanımı	14
2.4.1. İlkokul düzeyinde biyomimikri öğretimi	16

2.5. Yaratıcı Düşünme	21
2.5.1. Genel ve alana özgü yaratıcılık	22
2.5.2. Yaratıcılık modelleri	24
2.5.2.1. Çağrışımsal Düşünme Modeli	24
2.5.2.2. 4P Yaratıcılık Modeli	27
2.5.2.3. 4C Yaratıcılık Modeli	30
2.5.2.4. Yaratıcılığın Yatırım Modeli	32
2.5.2.5. Yaratıcılığın Sistemler Modeli	35
2.5.2.6. Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli	37
2.6. Biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanımı	40
2.7. Biyomimikri Öğretim Modeli	42
2.7.1. Biyomimikriyle ilişkili bilgi ve teknik beceriler	44
2.7.1.1. Organizmaların yapısı ve işlevi (yapı-fonksiyon ilişkisi)	44
2.7.1.2. Biyomimikri kavramı ve kullanımı	46
2.7.1.3. Bilimsel süreç becerileri	47
2.7.1.4. Doğanın prensipleri	50
2.7.2. Biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri	54
2.7.2.1. Beyin fırtınası	54
2.7.2.2. Analogilerle öğretim stratejisi	56
2.7.2.3. Sinektik	57
2.7.3. Motivasyon	60
2.7.4. Sosyal çevre	60
2.7.5. Biyomimikri Öğretim Modelinin uygulama aşamaları	61
2.7.5.1. Biyomimikri hazırlık aşaması	61
2.7.5.2. Biyomimikri uygulama aşaması	62
2.8. İlgili araştırmalar	63

3. YÖNTEM	69
3.1. Araştırma Modeli	69
3.2. Araştırma Prosedürü	73
3.3. Çalışma Ekibi	75
3.4. Uzman Ekibi	76
3.5. Katılımcılar	78
3.6. Araştırmacının Rolü	79
3.7. Veri Toplama Araçları	81
3.7.1. Çalışma ekibi toplantı kayıtları	81
3.7.2. Gözlem	81
3.7.3. Görüşme	82
3.7.4. Öğrenci günlüğü	84
3.7.5. Doküman incelemesi	84
3.7.6. Araştırmacı günlüğü	85
3.8. Verilerin Analizi	85
3.9. İnanırcılık	86
3.10. Araştırma Etiği	88
3.11. Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Tasarlanması Süreci	88
3.11.1. Biyomimikri Öğretim Modeli'ne dayalı olarak geliştirilen ders planları ve biyomimikri tasarım haftaları	90
4. BULGULAR VE YORUM	94
4.1. İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programına Bir Yaratıcılık Yaklaşımı Olarak Biyomimikrinin Entegrasyonuna İlişkin Bulgular	94
4.1.1. Fen Öğretim Programına Uygunluk	95
4.1.1.1. Üniteler ile biyomimikri adımlarını ilişkilendirme	95
4.1.1.2. Öğretim programı ve kazanıma uygunluk	97

4.1.2. Bilgi ve Beceri Edinimi	97
4.1.2.1. Alan bilgisi ve farkındalık.....	98
4.1.2.2. Bilimsel süreç becerileri	101
4.1.2.3. Yaratıcı düşünme becerileri.....	102
4.1.2.4. Değerlendirici düşünme becerileri	106
4.1.2.5. Grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerileri.....	107
4.1.2.6. İnce kas/ motor becerileri.....	108
4.1.3. Yaş Düzeyine Uygunluk.....	108
4.1.3.1. Uygun dil ve örnek kullanımı	109
4.1.3.2. Etkinlik ve materyallerin düzeye uygunluğu	110
4.1.3.3. İlgi-merak uyandırma/ motivasyon.....	111
4.1.4. Bilimsellik.....	113
4.1.4.1. Kavram yanılgısından/ karmaşasından kaçınma	113
4.1.4.2. Bilimsel terminolojiye uygunluk.....	114
4.1.4.3. Bilimsel doğruluk/ gerçeklik	114
4.1.5. Zaman ve Maliyet.....	116
4.1.5.1. Derslere ayrılacak süre.....	116
4.1.5.2. Uygulama takvimi.....	118
4.1.5.3. Ekonomiklik	120
4.1.6. Olası Sınırlılıklar	121
4.1.6.1. Fiziksel ve mevsimsel koşullar	121
4.1.6.2. Etik unsurlar	123
4.1.6.3. Sınav ve karne haftaları	123
4.1.7. Öneriler	125
4.1.7.1. Destekleyici kaynak ve materyal	125
4.1.7.2. Ekiple çalışma süreci	127

4.1.7.3. Planların düzenlenmesi (zenginleştirme/ seyreltme/ revize etme).....	128
4.1.7.4. Materyal hazırlama/ geliştirme	129
4.1.8. Uygulayıcı öğretmen görüşleri	130
4.1.8.1. Öğretmen memnuniyeti.....	130
4.1.8.2. Uygulanabilirlik	132
4.2. Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanması ve Geliştirilmesi Sürecine İlişkin Bulgular	133
4.2.1. Bilgi ve Beceri Gelişimi	135
4.2.1.1. Alan bilgisi ve farkındalık	135
4.1.1.1.1. Yeni canlılar ve özelliklerini öğrenme	136
4.1.1.1.2. Yapı-fonksiyon ilişkisi kurma.....	138
4.1.1.1.3. Biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma .	140
4.1.1.1.4. Fen konularını öğrenme/ tekrar/ pekiştirme.....	145
4.1.1.1.5. Çevre ve doğa farkındalığı kazanma	149
4.2.1.2. Bilimsel süreç becerileri.....	151
4.2.1.2.1. Canlıları gözlemleme, inceleme	151
4.2.1.2.2. Temel bilimsel süreç becerileri	154
4.2.1.3. Yaratıcı düşünme becerileri	163
4.2.1.3.1. Canlıları tasarım fikri olarak görme	163
4.2.1.3.2. Yaratıcı düşünme pratiği edinme	169
4.2.1.3.3. Ürün tasarlama/ geliştirme	182
4.2.1.3.4. Yaratıcı düşünmeye teşvik etme	24
4.2.1.4. Grup çalışması ve sosyal beceriler	201
4.2.1.4.1. Grupla çalışma ve iş birliği	202
4.2.1.4.2. Arkadaşlık ilişkileri ve sosyalleşme.....	205
4.2.1.4.3. Akran öğretimi	206

4.2.1.4.4. Kendini ifade etme ve iletişim	207
4.2.1.5. Anlama ve öğrenme becerileri	209
4.2.1.5.1. Yeni ve farklı bilgiler öğrenme	209
4.2.1.5.2. Daha hızlı ve kolay öğrenme	211
4.2.1.5.3. Anlama ve akılda kalıcılık.....	211
4.2.1.5.4. Fen başarısını destekleme	213
4.2.1.5.5. Disiplinler arası öğrenmeye katkı	218
4.2.2. Duyuşsal Deneyimler	219
4.2.2.1. Olumlu duyuşsal deneyimler.....	219
4.2.2.1.1. İlgi, merak ve heyecan uyandırma	219
4.2.2.1.2. Sevmeye, beğenmeye, mutlu olma.....	223
4.2.2.1.3. Doğayı ve canlıları takdir etme.....	228
4.2.2.1.4. Gurur, özgüven ve ayrıcalık hissetme.....	231
4.2.2.2. Hedefe yönelik duyuşsal deneyimler	234
4.2.2.2.1. Azim ve rekabet	234
4.2.2.2.2. Endişe ve tedirginlik	235
4.2.3. Tutum, Motivasyon, Davranış	237
4.2.3.1. Ders içi motivasyon	238
4.2.3.1.1. Derse, etkinliklere odaklanma/ aktif katılım isteği	238
4.2.3.1.2. Sıkılmadan ders işleme.....	240
4.2.3.1.3. Uygun zorluk düzeyi.....	241
4.2.3.2. Ders sonrası etki/ motivasyon	242
4.2.3.2.1. İstekle çalışma/ araştırma/ tekrar etme.....	242
4.2.3.2.2. Öğrendiklerini kaydetme.....	245
4.2.3.2.3. Öğrendiklerini çevresine anlatma/ paylaşma	246
4.2.3.2.4. Dersi/ programı tavsiye etme.....	247

4.2.3.2.5. Gerçek yaşamla ilişkilendirme	249
4.2.3.3. Gelecek derslere motivasyon	24
4.2.3.4. Gelecek yaşantılara katkı/ motivasyon.....	24
4.2.3.4.1. Eğitim hayatında kullanma	253
4.2.3.4.2. Meslek hayatında kullanma.....	254
4.2.3.4.3. Gerçek yaşamda kullanma	257
4.2.4. Öğretimi Farklılaştırma	259
4.2.4.1. İçeriği farklılaştırma	259
4.2.4.1.1. İçeriği farklılaştırma	259
4.2.4.1.2. Materyali farklılaştırma	260
4.2.4.2. Süreci farklılaştırma	262
4.2.4.2.1. Farklı yöntem ve tekniklerden yararlanma	262
4.2.4.2.2. Dersi etkinliklerle zenginleştirme	24
4.2.4.2.3. Aktif katılım/ öğrenci merkezlilik.....	24
4.2.4.2.4. STEM'e/ ÜYEP'e benzetme	24
4.2.4.3. Öğrenme ortamını farklılaştırma	24
4.2.4.2. Ürünü farklılaştırma.....	24
4.2.5. Öğretmene katkı.....	259
4.2.5.1. Genel kültürünü artırma	24
4.2.5.2. Yeni tecrübeler edinme.....	24
4.2.5.2.1. Zengin ders ortamı sağlama	24
4.2.5.2.2. Öğrencileri tanıma/ potansiyellerini keşfetme	24
4.2.5.3. Algısal değişim.....	24
4.3. Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanabilirliği, Süreci Etkileyen Faktörler ve Önerilere ilişkin Bulgular	276
4.3.1. Uygulanabilirliğe İlişkin Öğretmen Görüşleri	277

4.3.2. Süreci Etkileyen Faktörler ve Öneriler	279
4.3.2.1. Sınıf mevcudu ve fiziki koşullar	24
4.3.2.2. Sınıf dinamikleri ve arkadaşlık ilişkileri	24
4.3.2.3. Sınav takvimi ve okulun işleyişi.....	24
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	286
5.1. Sonuç ve Tartışma	286
5.1.1. İlkokul fen bilimleri öğretim programına biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak entegrasyonuna ilişkin bulguların tartışılması.....	287
5.1.2. Biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecine ilişkin bulguların tartışılması.....	295
5.1.3. Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma ve geliştirilme sürecini etkileyebilecek faktörlere ilişkin bulgular	311
5.2. Öneriler.....	315
5.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler	315
5.2.2. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler.....	316
KAYNAKÇA	318

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. NGSS Kazanımlarına Göre Okul Öncesinden 12. Sınıfa Kadar Yaşam Biliminde Yapı ve Fonksiyon İlişkisi	17
Tablo 2.2. Yaşam Bilimi İçerik Alanında Yapı ve Fonksiyon İlişkisi İçin Performans Beklentileri	18
Tablo 2.3. Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli'nin Bileşenleri	39
Tablo 2.4. Biyomimikri Öğretim Modelinin Alt Bileşenleri	42
Tablo 2.5. Biyomimikri Hazırlık Aşaması Adımları	62
Tablo 2.6. Biyomimikri Uygulama Aşaması Adımları.....	62
Tablo 3.1. Araştırma Süreci Adımları.....	74
Tablo 3.2. Çalışma Ekibi Toplantı Tarihleri ve Süreleri.....	76
Tablo 3.3. Uzman Ekibi Toplantı Tarihleri ve Süreleri	77
Tablo 3.4. Görüşme Verilerinin Toplanmasında Yer Alan Katılımcılara İlişkin Bilgiler	70
Tablo 3.5. Katılımcılar ile Yapılan Görüşme Tarihleri, Yerleri ve Süreleri.....	83
Tablo 3.6. 1. Dönem Fen Bilimleri Konuları ile İlişkilendirilen Biyomimikri Ders Planları ve Uygulama Aşaması Adımları.....	89
Tablo 4.1. Ders Planlarının Geliştirilme Sürecine İlişkin Tema ve Alt Temalar..	94
Tablo 4.2. Fen Öğretim Programına Uygunluk Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	95
Tablo 4.3. Bilgi ve Beceri Edinimi Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	98
Tablo 4.4. Yaş Düzeyine Uygunluk Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	109
Tablo 4.5. Bilimsellik Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	113
Tablo 4.6. Zaman ve Maliyet Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	116
Tablo 4.7. Olası Sınırlılıklara Ait Alt Temalar ve Kategoriler	121

Tablo 4.8. Öneriler Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	125
Tablo 4.9. Uygulayıcı Öğretmen Görüşleri Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler	130
Tablo 4.10. 1. Dönem Fen Bilimleri Konuları ile İlişkilendirilen Biyomimikri Ders Planları ve Uygulama Aşaması Adımları	133
Tablo 4.11. Öğrencilerde Bilgi ve Beceri Gelişimine İlişkin Bulgular	135
Tablo 4.12. Öğrencilerin tasarımlarında ilham aldıkları canlılar, özellikleri, problem durumları ve ürün bilgileri	184
Tablo 4.13. 1. Dönem Fen Bilimleri, Türkçe ve Matematik Dersi 1. ve 2. Sınav Notları Ortalaması	217
Tablo 4.14. Öğrencilerin Yaşadıkları Duyuşsal Deneyimlere İlişkin Bulgular	219
Tablo 4.15. Öğrencilerin Tutum, Motivasyon ve Davranış Gelişimine İlişkin Bulgular	237
Tablo 4.16. Öğretimin Farklılaştırılmasına İlişkin Bulgular.....	259
Tablo 4.17. Programın Öğretmene Sağladığı Katkılara İlişkin Bulgular	272
Tablo 4.18. Programın Uygulanabilirliği, Süreci Etkileyen Faktörler ve Önerilere İlişkin Bulgular	276

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tasarımdan Biyolojiye Spirali	12
Şekil 2.2. Biyolojiden Tasarıma Spirali	13
Şekil 2.3. Yaratıcılığın Sistemler Modeli	36
Şekil 2.4. Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli	39
Şekil 2.5. Biyomimikri Öğretim Modeli'nin Temel Bileşenleri	42
Şekil 3.1. Tasarım Tabanlı Araştırma Yaklaşımı	70
Şekil 3.2. Hızlı Prototipleme Modeli.....	72
Şekil 3.3. Hızlı Prototipleme Modeli Döngüleri	72
Şekil 4.1. İlkokul Öğrencilerine Yönelik Biyomimikriye Dayalı Fen Öğretim Programı Uygulamaları	134

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 4.1. Yeni Canlılar ve Özelliklerini Öğrenme-Elif'in Günlüğü.....	137
Görsel 4.2. Biyolojiden Tasarıma Spirali Yeni Canlılar ve Özelliklerini Öğrenme-Ebru'nun Günlüğü	137
Görsel 4.3. Yapı-Fonksiyon İlişkisi Kurma-Afra'nın Günlüğü.....	140
Görsel 4.4. Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma-Aysu'nun Günlüğü	141
Görsel 4.5. Fen Konularını Öğrenme/ Tekrar/ Pekiştirme-Batuhan'ın Günlüğü	148
Görsel 4.6. Canlıları Gözlemleme, İnceleme-Batuhan'ın Günlüğü.....	153
Görsel 4.7. Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Aysu'nun Deney Föyü.....	156
Görsel 4.8. Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Semih'in Deney Föyü.....	158
Görsel 4.9. Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Duygu'nun Günlüğü.....	159
Görsel 4.10. Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Batuhan'ın Deney Föyü.....	160
Görsel 4.11. Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Duygu'nun Deney Föyü	162
Görsel 4.12. Elif'in Resmettiği Tasarım Prensibi	172
Görsel 4.13. Semih'in Resmettiği Tasarım Prensibi.....	173
Görsel 4.14. Ebru'nun Resmettiği Tasarım Prensibi	173
Görsel 4.15. Özgür'ün Resmettiği Tasarım Prensibi	174
Görsel 4.16. Murat'ın Resmettiği Tasarım Prensibi	175
Görsel 4.17. Elif'in Kurduğu Doğrudan Analoji	177
Görsel 4.18. Duygu'nun Kurduğu Doğrudan Analoji.....	178
Görsel 4.19. Batuhan'ın Kurduğu Doğrudan Analoji.....	179
Görsel 4.20. Afra'nın Kurduğu Doğrudan Analoji	180
Görsel 4.21. Aysu'nun Kurduğu Doğrudan Analoji.....	181
Görsel 4.22. Ebru'nun Kurduğu Doğrudan Analoji.....	182
Görsel 4.23. 5. Grup Tasarım Haftası Çalışma Kâğıdı	188

Görsel 4.24. Sivrisinekten Esinlenerek Tasarlanan Can Yakmayan İğne Tasarımı	197
Görsel 4.25. Notilus İskeletinden Esinlenerek Tasarlanan Deniz Simidi Tasarımı	197
Görsel 4.26. Yarasadan Esinlenerek Tasarlanan Ultrasonik El Feneri Tasarımı	197
Görsel 4.27. Kaplumbağadan Esinlenerek Tasarlanan Açılır Kapanır AVM Tasarımı	197
Görsel 4.28. Aksolottan Esinlenerek Tasarlanan Kendini Yenileyen Araba Tasarımı	198
Görsel 4.29. Aksolottan Esinlenerek Tasarlanan Kendini Yenileyen Araba Tasarımı	198
Görsel 4.30. Venüs Sinekkapanı ve Boynuzlu Kertenkeleden Esinlenerek Tasarlanan Hassas Kedi Yuvası Tasarımı	199
Görsel 4.31. Köstebek ve Fener Balığından Esinlenerek Tasarlanan Gece İş Eldiveni Tasarımı.....	199
Görsel 4.32. İmparator Penguenlerinden Esinlenilerek Tasarlanan Isı Yalıtımı Tasarımı	200
Görsel 4.33. Bukalemunun Gözlerinden Esinlenilerek Tasarlanan Bukalemun Dürbün Tasarımı	200
Görsel 4.34. Grupla Çalışma ve İş Birliği-Özgür'ün Günlüğü	204
Görsel 4.35. Türkiye Geneli Deneme Sınavı Sonucu	215
Görsel 4.36. Fen Bilimleri Dersi 1. Dönem 1. ve 2. Sınav Notları	216
Görsel 4.37. Türkçe Dersi 1. Dönem 1. ve 2. Sınav Notları	217
Görsel 4.38. Matematik Dersi 1. Dönem 1. ve 2. Sınav Notları	218
Görsel 4.39. İlgi, Merak ve Heyecan Uyandırma-Özgür'ün Günlüğü.....	222
Görsel 4.40. İlgi, Merak ve Heyecan Uyandırma-Batuhan'ın Günlüğü	222
Görsel 4.41. İlgi, Merak ve Heyecan Uyandırma-Elif'in Günlüğü	223
Görsel 4.42. Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Özgür'ün Günlüğü.....	225

Görsel 4.43. Sevmeye, Beğenmeye, Mutlu Olma-Afra'nın Günlüğü	226
Görsel 4.44. Sevmeye, Beğenmeye, Mutlu Olma-Emre'nin Günlüğü	228
Görsel 4.45. Sevmeye, Beğenmeye, Mutlu Olma-Ecem'in Günlüğü	229
Görsel 4.46. Sevmeye, Beğenmeye, Mutlu Olma-Duygu'nun Günlüğü.....	229
Görsel 4.47. İstekle Çalışma/ Araştırma/ Tekrar Etme-Elif'in Günlüğü	244
Görsel 4.48. Y Sevmeye, Beğenmeye, Mutlu Olma-Elif'in Günlüğü.....	245
Görsel 4.49. Gelecek Derslere Motivasyon-Elif'in Günlüğü	252
Görsel 4.50. Meslek Hayatında Kullanma-Elif'in Günlüğü	256
Görsel 4.51. Meslek Hayatında Kullanma-Alper'in Günlüğü	257
Görsel 4.52. Meslek Hayatında Kullanma-Ecem'in Günlüğü	258
Görsel 4.53. Gerçek Yaşamda Kullanma-Elif'in Günlüğü	259
Görsel 4.54. Grup Çalışmalarında Gerçekleştirilen Ekip Çalışması Düzeni ..	269
Görsel 4.55. Sınıfta Gerçekleştirilen Tasarım Sürecine İlişkin Görseller.....	270
Görsel 4.56. Sınıfta Gerçekleştirilen Sunum Sürecine İlişkin Görseller	271
Görsel 4.57. Sınıf Dinamikleri ve Arkadaşlık İlişkileri-Duygu'nun Günlüğü	285

KISALTMALAR DİZİNİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NGSS	: Next Generation Science Standarts
NRC	: National Research Council
STEM	: Science, Technology, Engineering, Mathematics
STEAM	: Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic
ÜYEP	: Üstün Yetenekliler Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi



1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Modern çağın eğitim felsefesine göre öğrencilerde yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme gibi 21. yy. becerilerinin, sürdürülebilirlik bilincinin ve çevre ve doğa farkındalığının gelişimine vurgu yapılmaktadır. Çünkü içinde bulunulan dünyanın geleceğini inşa edecek duyarlı bireyler yetiştirmenin buna bağlı olduğu düşünülmektedir (Cortese, 2003; Gencer vd., 2020). Bu nedenle öğrencilerin erken yaşlardan itibaren dünyadaki doğal sistemlerin işleyişini anlayacakları ve bu işleyişi model alarak problemlere yaratıcı ve sürdürülebilir çözümler bulmada kullanacakları uygulamaya dönük bir eğitim anlayışı önerilmektedir (Cortese, 2003). Nitekim Türkiye’deki güncel fen programlarında ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde de benzer hedeflerin yer aldığı göze çarpmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018; 2024). Bu noktada biyomimikri, öğrencilerde yaratıcılığın desteklenerek çevre ve doğa farkındalığının kazandırılabilceği ve mühendislik tasarım becerilerinin geliştirilebileceği bilimsel bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır.

Tarih boyunca mimariden endüstriyel tasarıma, sağlıktan nanoteknolojiye, sanattan mühendisliğe kadar birçok alanda doğadan ilham alınan tasarımlar yer almıştır. İnsanlığın karşılaştığı birçok sorunu doğanın zaten çözmüş olduğu fikrine dayanan biyomimikri doğadaki evrimsel süreçlerle milyonlarca yıldır tamamlanmış olan canlı yapılarını, süreçlerini ve sistemlerini inceleyerek problemlere sürdürülebilir çözümler arayan ve bu süreçte doğadan yaratıcı bir biçimde ilham almayı amaçlayan disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Bu yaklaşım, doğayı yalnızca taklit etmeye değil içindeki bilgeliği anlayarak yeniden yorumlamaya, dönüştürmeye ve şekillendirmeye odaklanmaktadır (Baumeister vd., 2013; Benyus, 1997). Dolayısıyla doğanın bir rehber olarak kabul edildiği bu yaklaşımda yaratıcılığın planlı tekniklerle desteklenerek sistematik bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Zhu ve Klapwijk, 2022). Biyomimikriyi “doğadan ilham alan yenilik” olarak tanımlayan Benyus da 2006 yılında kurmuş olduğu Biyomimikri Enstitüsü ile birlikte biyomimikrinin eğitim bilimleri de dahil olmak üzere farklı alanlara nasıl entegre edilebileceğini göstermeye başlamıştır (Baumeister vd., 2013). Bu adımla birlikte biyomimikri, tasarım, mimarlık, mühendislik, sanat gibi birçok üniversite programına dâhil edilmeye başlansa da eğitimin diğer kademelerine olan entegrasyonu sınırlı düzeyde

kalmıştır (Çoban, 2019). Buna karşın biyomimikrinin içinde yer alan analogik düşünme, çocuklarda bilgileri somutlaştırma, zihninde canlandırma, fikir üretme ve ilişki kurma gibi alt becerilerle ilişkili temel bir gelişim basamağını temsil ettiğinden yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine birebir uyum sağlamaktadır (Ergül, 2023; Ersanlı ve Ersanlı, 2023). Bu nedenle biyomimikrinin ilkökul düzeyinden itibaren fen öğretim programlarında yer alması ve kazanımlarla ilişkilendirilerek eğitim ortamlarında kullanılması önerilmektedir (National Research Council [NRC], 2012; Next Generation Science Standarts [NGSS], 2013a; 2013b). Ancak yapılan çalışmalar, biyomimikrinin genellikle ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri ile çalışıldığını (Boğa, 2013; Gencer vd., 2020; Hallihan vd., 2012), küçük yaş gruplarında bu tür bilimsel çalışmalara sık rastlanmadığını ve var olan çalışmaların genellikle öğretmenlerin sınıf içi etkinlik raporlarına veya bireysel çalışmalarına dayandığını ortaya koymaktadır (Tank vd., 2015; Walker vd., 2016). Öte yandan bu çalışmalarda yaratıcı düşünme becerilerinin ise planlı tekniklerle desteklenmediği görülmektedir. Oysa ki araştırmacılara göre bireylerin belirli bir alanda yaratıcılık sergileyebilmeleri için yaratıcı düşünme pratiği ve deneyimine sahip olmaları gerekmektedir (Amabile, 1983a; 2013). Nitekim yapılan araştırmalar da yaratıcılığa dair pratik ve deneyim eksikliğinde öğrencilerin biyomimikriye dayalı fikir ve ürün üretme süreçlerinin zorlaşabildiğini göstermektedir (Bakırlioğlu, 2012; Boğa, 2013; Stevens vd., 2021). Bu nedenle biyomimikriye dayalı etkinlik veya program geliştirilirken içinde yer alan analogik düşünme sürecinin yaratıcı düşünme teknikleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de 2018 yılında revize edilen Fen Bilimleri Öğretim Programı’na bakıldığında fen, matematik, teknoloji ve mühendisliğin bütünleştirilerek problemlere disiplinler arası bir bakış açısıyla yenilikçi çözümler üretebilme, edinilen bilgi ve becerileri kullanarak ürün geliştirme, ürünlere katma değer kazandırabilecek stratejiler üretme ve sürdürülebilirlik bilinci kazandırma hedeflerinin yer aldığı göze çarpmaktadır (MEB, 2018). 2024 Yılı Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde de öğrencilerin doğanın bir parçası olduklarını keşfederek yaşadıkları çevreye karşı duyarlı, bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım becerilerini kullanarak sorunlara yönelik yaratıcı çözümler üretebilen ve sorumluluk bilincine sahip girişimci ve üretken bireyler olarak yetişmesinin hedeflendiği görülmektedir (MEB, 2024). Ancak programda mevcut olan bu beceriler birer hedef olarak yer alsa da kazanım olarak açıkça belirtilmediği için öğretmenler tasarım temelli faaliyetleri öğretim sürecine entegre etme konusunda zorluklar

yaşamaktadır (Hacıoğlu vd., 2016; Köken, 2020). Küçük yaşlardan itibaren öğrenciler bu becerileri kazanabilecek potansiyele sahip olsalar bile öğretmenlerin bilgi ve deneyim yetersizliği, sınıf ortamında kontrolü kaybetme endişesi ve müfredatta var olan belirsizlikler gibi nedenlerle tasarım temelli faaliyetlere çekimser kalmaları öğretimin genel eğitim sınıflarında uygun stratejilerle farklılaştırılması ihtiyacını doğurmaktadır (Asal, 2020; Davis vd., 2011; English ve King, 2015; Tomlinson, 2001; Tomlinson ve Jarvis, 2009). Nitekim Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde de öğrencilerin ilgi, yetenek ve ihtiyaçları doğrultusunda öğretimin farklılaştırıldığı, her bir öğrencinin sunulan eğitimden en yüksek düzeyde fayda sağladığı kapsayıcı bir eğitimin önemine vurgu yapılmaktadır (MEB, 2024). Ancak Ziegler ve Stoeger (2023)'e göre eğitim ortamlarında kapsayıcı eğitimin önemi sıklıkla vurgulansa da pratikte karşılaşılan durumlar belirlenen hedeflerin yeterince gerçekleştirilemediğini göstermektedir. Örneğin bir öğrencinin bilim, teknoloji, matematik ve mühendisliğin bütünleştirildiği STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yaklaşımından yararlanabilmesi için okulda oluşturulan belirli bir gruba dahil olması gerekmektedir. Bu durum da birçok öğrencinin farklılaştırılmış eğitim ve kaynaklara erişememesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla biyomimikri, literatürde önerildiği gibi fen bilimlerinde yer alan ünite ve kazanımlarla ilişkilendirildiği takdirde farklı yetenek düzeyinden öğrencilerin bir arada bulunduğu sınıflarda öğretimin farklılaştırılabileceği bir yol sunmaktadır.

Benyus'a göre biyomimikrinin özellikle küçük yaş gruplarında eğitime olan entegrasyonunun sınırlı düzeyde kalmasının temel nedenlerinden bir diğerini biyomimikrinin eğitim bilimleri için henüz yeni bir disiplin alanı olması ve üzerinde uzmanlaşma gerektiren oldukça teknik bir konu gibi görünmesi oluşturmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Oysaki etkili bir şekilde sunulduğunda ilkokuldan itibaren çocuklar biyomimikriyi kavrayabilmekte ve fikir üretme sürecinde kullanabilmektedirler (Sumrall vd., 2008). Bunun için gerekli olan iki temel unsurdan birincisi öğrencilerin ilgi alanlarına hitap eden biyomimikri örneklerinin seçilmesi ikincisi ise konuyu tartışmak üzere uygun kelime ve karmaşıklık düzeyinin belirlenmesidir (Biomimicry Institute, 2017). Nitekim Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi'nin ortaya koyduğu Yeni Nesil Bilim Standartlarına göre de çocuklarda *yapı-fonksiyon ilişkisinin* keşfi erken yaşlarda başladığı için çocuklar ilkokuldan itibaren biyomimikriyi öğrenebilmekte, çizim ve model oluşturma gibi yollarla ürünlerini sergileyebilmektedirler. Böylece disiplinler arası kesişen bir kavram olarak *yapı-fonksiyon ilişkisi* sayesinde hem işlenen konular daha iyi

anlaşılabilirmekte hem de öğrenilenler yaratıcı yollarla farklı disiplinlere aktarılabilirmektedir (NRC, 2012; NGSS, 2013a; 2013b). Nitekim yapılan çalışmalar da biyomimikrinin;

- Tasarım ve proje tabanlı etkinliklerle 21. yy. becerilerini geliştirdiğini,
- Yaratıcılığı destekleyerek öğrencilerin çevrelerindeki doğal uyaranları ilham alabilecekleri birer tasarım fikri olarak görmelerini sağladığını,
- Farklı öğrenme alanlarını birleştirerek disiplinler arası bir öğrenme çerçevesi sunduğunu,
- Dünyanın değerini anlayarak kendileriyle olan bağı keşfetmelerine yardımcı olduğunu,
- Dünyanın sürdürülebilir bir şekilde gelişimi için gönüllü olmaya teşvik ettiğini,
- Matematik ve fen alanlarında akademik başarılarına katkı sağladığını ve
- Derse yönelik merak ve motivasyonlarını artırdığını ortaya koymaktadır (Bakırhoğlu, 2012; Soja, 2014; Sumrall vd., 2008).

Sonuç olarak ilkokul döneminde çocuklar, sürekli sorular soran ve neden-sonuç ilişkileri hakkında fikirler oluşturan meraklı ve sorgulayıcı bir yapıya sahip oldukları için sorunları yaratıcı bir şekilde çözme yeteneğine sahip potansiyel birer bilim insanı olarak görülmektedirler (Gencer vd., 2020). Bu nedenle çocuklarda var olan bu potansiyelin geliştirilebilmesi için sıklıkla yaratıcılığın temel alındığı kaliteli bir fen eğitiminin önemine vurgu yapılmaktadır (Aydın ve Kaptan, 2023; Cortese, 2003; Hacıoğlu vd., 2016; Gencer vd., 2020; Köken, 2020). Bu noktada biyomimikrinin, gerçek yaşam problemlerine dayalı disiplinler arası yapısıyla güncel fen programlarında yer alan bu hedeflere cevap verebileceği ve küçük yaş gruplarında çeşitli yetenek düzeyindeki öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Fakat yapılan çalışmalar, ilkokul düzeyinde biyomimikriye dayalı bilimsel araştırmaların eksik olduğunu, modern çağın gerektirdiği fen okuryazarlığına ulaşabilmek için biyomimikri ile kazandırılacak becerilere ihtiyaç duyulduğunu ve gerek Türkiye’de gerekse de dünyada eğitimcilerin tasarım temelli faaliyetlere çekimser kaldığını (Asal, 2020; Gencer vd., 2020; English ve King, 2015) göstermektedir. Bu noktadan hareketle yapılan çalışmada genel eğitim sınıflarında farklı yetenek türü ve düzeyindeki öğrencilere yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin, çevre ve doğa farkındalığının ve mühendislik

tasarım becerilerinin kazandırılabilceği ilkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı bir fen öğretim programının tasarlanması ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı ilkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı, yaratıcılığı destekleyen bir fen öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve geliştirilmesidir. Program ile öğrencilerin biyomimikriyi öğrenebilme ve üretebilme becerilerinin nasıl geliştirebileceğinin incelenmesi, öğretim sürecine yansımalarının belirlenmesi, programı etkileyebilecek faktörlerin tespit edilmesi ve yapılan düzenlemeler ile programa son şeklinin verilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda yer alan araştırma sorularına yanıt aranmaktadır.

1. İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programı'na yaratıcılığı destekleyen bir yaklaşım olarak biyomimikri nasıl entegre edilebilir?
2. Çeşitli yetenek düzeyinde öğrencilerin yer aldığı karma eğitim sınıflarında biyomimikriye dayalı fen öğretim programının öğretim sürecine yansımaları nelerdir?
 - a. Öğrencilerin öğrenme süreçlerine yansımaları nelerdir?
 - b. Öğretmenin sınıf ortamında fen derslerini yaratıcılık odaklı farklılaştırmasının öğretim sürecine yansımaları nelerdir?
 - c. Programa yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri nelerdir?
3. Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma sürecini etkileyebilecek faktörler, görüşler ve öneriler nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Literatürde sıklıkla erken yaşlardan itibaren yalnızca üstün yetenekli öğrencilerin değil, farklı türde ve düzeyde yeteneğe sahip öğrencilerin bulunduğu karma sınıflarda yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi üst düzey düşünme becerilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimi vurgulanmaktadır (Davis vd., 2011; Tomlinson ve Jarvis, 2009; Uyanık-Balat ve Önkol, 2019; Ziegler ve Stoeger, 2023). Türkiye'de de karma eğitim sınıflarında zenginleştirme ve destekleme faaliyetleri ile kaynaştırma ve bütünleştirme eğitiminin önemine vurgu yapılmaktadır (MEB, 2024). Öte yandan geliştirilen fen programlarında sürdürülebilir bir gelecek tasarlamak üzere farklı disiplinlerin ve çalışma alanlarının kucaklandığı geniş bir perspektif gerekli görülmektedir (Gencer vd., 2020). Bu nedenle mevcut fen programlarında bütün

öğrencileri kapsayacak ve eğitim ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde farklılaştırmaların yapılması ihtiyacı doğmaktadır. Bu noktada biyomimikrinin, disiplinler arası yapısı ve canlılar ile analogi kurmaya imkân veren doğasıyla öğrencilere bu bilgi ve becerilerin kazandırılabilceğı etkili bir yaklaşım olduğı düşünölmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Ancak gerek eğitim bilimleri için yeni bir alan olması gerekse de üzerinde uzmanlaşma gerektiren teknik bir konu gibi görünmesi nedeniyle özellikle küçük yaş gruplarında biyomimikriye dayalı yürütölen bilimsel çalışmalara sık rastlanmamaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmanın küçük yaş gruplarında biyomimikri kullanılarak yaratıcılığın desteklenmesi ve öğretimin farklılaştırılmasına yönelik ulusal ve uluslararası literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünölmektedir.

Araştırmacılara göre mühendislik tasarım temelli uygulamalar öğrenilenleri gerçek yaşama aktarabilme imkânı verdiğinden hem yaratıcı düşünme ve problem çözme gibi becerileri gerçek yaşam problemlerinde kullanabilme imkânı sunmakta hem de kalıcı öğrenmeler sağlayarak öğrencileri geleceğın bilimsel ve teknolojik açıdan gelişmiş dünyasına hazırlamaktadır (Asal, 2020; English ve King, 2015). Öte yandan eğitim ortamlarında STEM'e dayalı yetenek alanlarının desteklenmesi ise küresel ve toplumsal açıdan modern çağın gerektirdiğı nitelikte bireylerin yetişmesine katkı sağlamaktadır (Ziegler ve Stoeger, 2023). Bu nedenle gerek Türkiye'de gerek dünyada mühendislik ve tasarım becerilerinin mümkün olduğunca erken yaşlardan itibaren öğrencilere kazandırılması gerektiğı vurgulanmaktadır (Asal, 2020). Ancak özellikle ilkökul düzeyinde bu becerilerin fen bilimleri eğitimine nasıl entegre edilebileceğı konusunda sorunlar yaşanmaktadır (Hacıoğlu vd., 2016). Örneğın öğretmenler zaman ve deneyim yetersizliğı gibi nedenlerle sınıf ortamında tasarım temelli faaliyetlere çekimser kalabilmektedirler. Bu noktada biyomimikrinin gerçek yaşam problemlerine dayalı yapısıyla hem öğrencilerin edindikleri bilgi ve yaratıcı düşünme becerilerini uygulamaya aktarabilecekleri hem de öğretmenlerin tasarım temelli faaliyetlere sınıf ortamında sıcak bakabilecekleri bir program geliştirileceğı düşünölmektedir.

Çalışmanın eğitim alanında biyomimikri kullanımının yanı sıra tasarım tabanlı araştırmaların yaygınlaşmasına da katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Çünkü kuram, uygulama ve tasarım ilkelerinin etkileşimine dayalı tasarım tabanlı araştırmalar (Wang ve Hannafin, 2005) son yıllarda eğitim alanında araştırmacıların dikkatini çekse de henüz yeni bir araştırma yöntemi olduğı için daha çok teknoloji, bilişim ve mühendislik gibi

alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Ancak eğitim ortamlarında kuram ve uygulama arasındaki uyumsuzluklara getirilen eleştiriler nedeniyle son yıllarda araştırmacılar tasarım tabanlı araştırmaları bu sorunlara bir çözüm yolu olarak önermektedirler (Van den Akker vd., 2006). Bu noktadan hareketle yapılan çalışmanın eğitim alanında tasarım tabanlı araştırmaların nasıl kullanılabileceğine dair bir yol sunacağı, gelecek araştırmalara ışık tutacağı ve yöntemin eğitim alanında tanıtılarak yaygınlaşmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Varsayımlar

- Gözlem sürecinde katılımcıların süreci yanıltıcı şekilde değil, doğal davrandıkları,
- Görüşmelerde soruları tarafsız, samimi ve güvenilir bir şekilde yanıtladıkları,
- Geliştirilen program ve çalışmada yer alan katılımcıların araştırmaya ışık tutacak nitelikte oldukları varsayılmıştır

1.5. Sınırlılıklar

- Araştırma, 2022-2023 eğitim öğretim yılının güz döneminde Eskişehir ilinde bir devlet okuluna devam eden 4. sınıf düzeyindeki bir şubenin öğrencileri ve sınıf öğretmeninden toplanan verilerle sınırlıdır.
- Araştırma, 4. sınıf 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan "Besinlerimiz", "Kuvvetin Etkileri" ve "Maddenin Özellikleri" ünitelerinde yer alan konu ve kazanımlarla sınırlıdır.
- Araştırma, öğrencilerin tasarım sürecinde yaş düzeyine uygun, sınıf ortamında kullanabilecekleri ve araştırmacı tarafından erişilebilen malzeme ve materyallerle sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Biyomimikri: İnsanlığın karşılaştığı birçok sorunu doğanın çoktan çözmüş olduğu fikrine dayanan biyomimikri, doğadaki canlıların biçim, süreç ve sistemlerini taklit ederek gerçek yaşam problemlerine sürdürülebilir çözümler arayan disiplinler arası bilimsel bir yaklaşımdır (Biomimicry Institute, 2017).

Yaratıcılık: Yetenek, süreç ve çevre etkileşimine dayalı olarak birey ya da grubun toplum tarafından kabul edilebilir şekilde yeni, kullanışlı ve özgün fikir, ürün veya çözüm üretme becerisidir (Plucker vd., 2004).

Tasarım Tabanlı Araştırma: Araştırmacı ve katılımcıların gerçek uygulama ortamlarında iş birliği içinde olduğu, analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama süreçlerinin döngüsel olarak tekrarlandığı, kuramların ve tasarım ilkelerinin eğitim uygulamalarını iyileştirmek amacıyla bağlama duyarlı olarak geliştirildiği sistematik ve esnek bir araştırma yöntemidir (Wang ve Hannafin, 2005).

Fen Öğretimi: Bireylere fen okuryazarlığı, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri olmak üzere genel ve alana özgü becerileri kazandırmak amacıyla tasarlanan öğretim sürecidir (MEB, 2018).

2. LİTERATÜR

2.1. Biyomimikri Kavramı ve Tarihçesi

Tarih boyunca insanlar farkında olarak veya olmaksızın tasarımlarında doğayı ilham kaynağı olarak kullanmışlardır. Örneğin, ilk çağlarda insanların hayatta kalma ve kendilerini dışsal tehditlerden koruma amacıyla vahşi hayvanların pençelerine benzer silahlar tasarlamaları veya kamuflaj amacıyla çevrelerini taklit etmeleri bu duruma örnek teşkil etmektedir (Goss, 2009). Benzer şekilde Roma Dönemi'nde asker zırhlarının armadillo kabuğunun sert ve iç içe geçmiş yapısıyla benzerlik göstermesi yine doğayı taklit etme bağlamında dikkat çekmektedir (Kuday, 2009). Ancak bu organizmaların yapısı ve bahsedilen ürünlerin tasarımı arasındaki benzerlik doğanın kesinlikle taklit edildiği anlamına gelmemektedir. Bu noktada bazı kaynaklar resmi izlerin M.Ö. 400'lerde Platon veya Demokritos'a kadar uzandığını ifade etse de birçoğu Leonardo da Vinci'nin (1452-1519) eserlerini tarihin ilk ve en iyi belgelenmiş örnekleri arasında saymaktadır (Goss, 2009). Bunlardan en dikkat çekici olanı ise kanatlarını çırparak uçuşması tasarlanan ancak uçuş denemesi yapılmayan "Ornitopter" isimli uçak tasarımıdır. Bunun için da Vinci kuşların ve yarasaların kanat yapılarını dikkatle incelemiş ve edindiği bilgiyi tasarıma dönüştürmek için kullanmıştır (Fratzl, 2007). Benzer şekilde Wright kardeşler de hindilerin tüy yapılarını inceleyerek uçaklardaki türbülansı azaltmak için stabilizatörler geliştirmişlerdir (Gould ve Gould, 2012). Yakın tarihe gelindiğinde ise insanların ihtiyaçlarındaki değişimler nedeniyle doğa ile olan ilişkileri ve doğadan ilham alma şekilleri farklılaşmıştır. Bu bağlamda son zamanlarda biyomimikri terimi tanımlanmadan önceki en bilinen biyomimikri girişimi George de Mestral isimli bir mühendis tarafından 1941 yılında icat edilen Velcro (cırt cırt bant) tasarımı olmuştur. Mestral bu tasarımda köpeğinin tüylerine yapışan pıtrak otunun çengelli yapısından ilham

olarak iki yüzeyi, yapıştırıcı kullanmadan birbirine kenetlemiştir (Biomimicry Institute, 2017). Sonuç olarak geçmişten bugüne insanlar doğadan farklı amaçlarla yararlanmak üzere doğa ile sürekli etkileşim içine girmişlerdir.

Biyomimikri kavramı ortaya atılmadan önce biyonik, biyomühendislik, biyomimetik, biyomekanik gibi önüne -biyo eki alan ve “doğadan öğrenme” başlığı altında toplanan birçok disiplin alanı var olmuştur (Gencer vd., 2020). 1960’lı yıllarda hayvanlar ve makineler üzerine çalışmaların artması ile biyofizik ve sibernetiğe dayanan biyonik ve biyomimetik alanları ortaya çıkarken; 1990’lı yıllarda Yaşayan Sistemler Teorisi’nin de etkisiyle çevre ve ekolojiye dayalı biyomimikri alanı doğmuştur (Özdoğan, 2015). Kavramsal olarak ise biyomimikri ilk defa 1997 yılında bir biyolog olan Janine Benyus (1997) tarafından ortaya atılmıştır. Etimolojik kökeni Yunanca’da “yaşam” anlamına gelen “bios” ve “taklit” anlamına gelen “mimesis” kelimelerinin birleşimine dayanan biyomimikri basitçe “yaşamın taklidi” olarak tanımlansa da anlamca çok daha fazlasını içermektedir. Benyus (1997)’un, biyomimikriyi tanıttığı “Biyomimikri: Doğadan İlham Alan İnovasyon” isimli kitabında bu kavram “doğa dehasından bilinçli bir şekilde öykünme” olarak tarif etmiştir. Bu tarifte seçilen her kelimenin bir anlamı bulunmaktadır. Örneğin “bilinçli” kelimesi, tasarımın doğadaki bir şeye sonradan benzetilmesinden ziyade öncesinde doğadan örnek alınmasını; “öykünme” kelimesi canlının basit bir taklidinden ziyade ilkelerini öğrenerek tasarımda uygulanmasını; “deha” kelimesi ise canlıların problemlerini çözmek için çeşitli stratejiler geliştirerek çevrelerine mükemmel bir şekilde uyum sağlamalarını ifade etmektedir. Bu bağlamda biyomimikri, genel olarak insanların karşılaştığı birçok problemi doğanın zaten çözmüş olduğu fikrine dayanmaktadır. Dolayısıyla insanların da içinde bulundukları evrene uyum sağlayabilmek için sürdürülebilir tasarım ve teknolojiler üretirken doğanın dehasına sahip olan bu canlıların yaşam ilkelerinden yararlanmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Baumeister vd., 2013). Bu ilkelerden daha kolay yararlanılabilmesi için ise biyomimikrinin sahip olduğu üç düzeyinin bilinmesi gerekmektedir.

2.2. Biyomimikrinin Düzeyleri

Organizmalardaki stratejiler geniş bir perspektifle analiz edildiğinde biyomimikrinin biçimsel, sürece dayalı ve sistemsal olmak üzere üç düzeyden oluştuğu görülmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Basitten karmaşığa doğru ilerleyen bu düzeyler biyomimikrinin tanımlanmasına, anlaşılmasına ve uygulanmasına yardımcı olmaktadır.

Biçimsel Düzeyde Biyomimikri: Canlının şekil veya yapısının canlıdaki aynı işlevle taklit edilmesidir (Baumeister vd., 2013). “Biçimsel” terimi her zaman canlının bütünü anlamında kullanılmamaktadır. Bazen organizmanın herhangi bir parçasının şekli veya yapısı da mikro düzeyden makro düzeye kadar taklit edilebilmektedir. Örneğin; nilüfer yapraklarının hidrofobikliğe neden olan pürüzlü yüzeyinden ilham alınarak geliştirilen su itici kumaşlar mikro ölçekli biçimsel düzeyde bir biyomimikri örneği iken; yalıçapkını kuşunun su sıçratmadan suya dalmasına imkân veren özel gaga yapısından ilham alınan Shinkansen Treninin sivri şekli gözle görülebilen makro ölçekli bir biyomimikri örneğidir (Biomimicry Institute, 2017).

Süreçe Dayalı Biyomimikri: Biçimsel biyomimikriden daha karmaşık olan sürece dayalı biyomimikri canlının sadece fiziksel bir taklidini değil bir maddeyi, hareketi veya etkiyi nasıl üretebildiğini gösteren bir dizi işlemin veya davranışın öykünmesini ifade etmektedir (Baumeister vd., 2013). Örneğin; iz bırakmayan Gecko Bantlarının üretiminde ilham alınan Gecko Kertenkelelerinin ayaklarının uçlarındaki ince tüylerin yüzeyde kurduğu moleküler etkileşim sonucu ortaya çıkan Van Der Waals Bağları sayesinde salgı üretmeden yüzeye tutunabildikleri bilinmektedir (Volstad ve Boks, 2008). Benzer şekilde bilgisayar mühendislerinin algoritma üretirken karıncaların yuva veya yiyecek bulmak için koloni halinde kullandıkları yolları feromon ile işaretleyerek en kısa yolu tespit etme şekillerini taklit etmeleri de yine sürece dayalı bir biyomimikri örneğidir (Biomimicry Institute, 2017). Dolayısıyla organizmalardaki bu süreçlerin anlaşılabilmesi için zaman zaman kimya bilgisine de gereksinim duyulabilmektedir (Baumeister vd., 2013).

Sistemsel Düzeyde Biyomimikri: Madde ve enerjinin yeni bir sistem oluşturmak üzere etkili bir şekilde kullanılabilmesi için doğal sistemlerin sürdürülebilir döngüsünün taklit edilmesidir (Baumeister vd., 2013). Doğal bir ekosistemde, organizmalar birbirlerinin yaşamını etkileyerek ilişki içinde olduklarından tasarlanan yeni sistem, içinde farklı doğa biçimlerini ve süreçlerini barındırmaktadır. Bu nedenle sistemsel düzeyde biyomimikri, biyomimikrinin tüm düzeylerini yansıtmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Örneğin sulak alan ekosistemlerinin besinleri sudan nasıl ayırdığını taklit ederek atık suyu arıtan Eko-makineler sistem düzeyinde bir biyomimikri örneğidir (Biomimicry Institute, 2017). Bitkilendirilmiş çatılar veya yaşayan çatılar olarak da bilinen yeşil çatılar ise belirli bitki ve ekosistemlerin havayı temizleme, suyu ve güneş ışığını verimli şekilde kullanabilme gibi faaliyetlerini taklit ederek iç mekân sıcaklığını doğal olarak düzenleyen, biyolojik

çeşitliliği artıran ve hava kalitesini iyileştiren bir başka sistemsel biyomimikri örneğidir (Shahda vd., 2014). Sahip olduğu kapsayıcı yapısından dolayı sistemsel düzeyde biyomimikri, organizmalara derinlemesine bakarak doğanın büyük resmini görmeyi gerektirmektedir. Bu bağlamda tasarımlar hem ekosistemin hem de endüstriyel ekonominin bir parçası olarak görülmektedir. Yani tasarımın, başlangıcından sonuna kadar her yönüyle verimli ve çevre dostu olması gerekmektedir (Macnab, 2012). Örneğin doğadan ilham alınan bir tasarımın kendisi çevre dostu ve sürdürülebilir olsa bile transfer işlemi kirletici gazlar salan araçlarla yapılıyorsa veya bu ürünün üretildiği fabrikalarda insanlar kötü koşullarda çalışıyorlarsa sistemsel düzeyde bir biyomimikri örneğinden bahsedilememektedir (Çoban, 2019). Dolayısıyla, gerçek bir sürdürülebilir dünya için doğayı bu düzeyde taklit etmek tüm biyomimikri sürecini geniş bir perspektiften ele almayı gerektirmektedir.

Biyomimikrinin sahip olduğu bu düzeylerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için araştırmacılar, biyomimikriye dayalı çeşitli tasarım yaklaşımları ortaya atmışlardır (Biomimicry 3.8, 2015; Macnab, 2012). Bu yaklaşımlar aynı zamanda biyomimikrinin öğretiminde de kullanılmaktadır (Biomimicry Institute, 2021a; 2021b; Biomimicry 3.8, 2015). Dolayısıyla öğrencilere yönelik biyomimikriye dayalı bir program geliştirme sürecinde bu adımlara hâkim olunması gerekmektedir.

2.3. Biyomimikri Tasarım Yaklaşımları

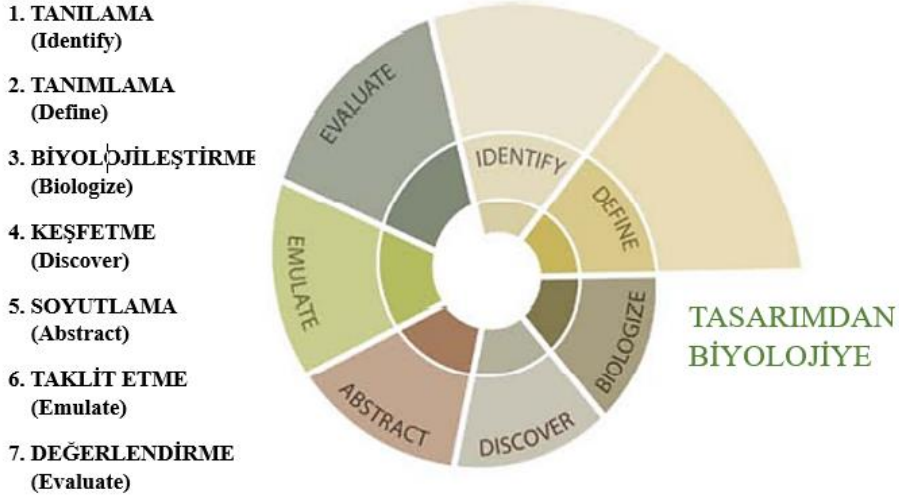
Doğayı inceleyerek öğrenirken biyomimikri tasarım süreci için iki ana yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşımlar “tasarımdan biyolojiye” ve “biyolojiden tasarıma” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Biomimicry Institute, 2021a; Biomimicry 3.8, 2015). Tasarımdan biyolojiye yaklaşımında başlangıçta belli bir problem belirlenip daha sonra problemin çözümü için doğaya dönülerek canlıların yapı, süreç ve sistemleri keşfedilirken; biyolojiden tasarıma yaklaşımında başlangıçta doğadaki canlıların yapı, süreç ve sistemleri keşfedilip daha sonra bu bilgilerle bir problemin çözümüne yönelik tasarım projesi üretilmektedir (Biomimicry 3.8, 2015; Macnab, 2012). Macnab (2012)’ın ortaya koyduğu Spiral Tasarım Modeli ile bu yaklaşımlar alt basamaklara ayrılmaktadır.

2.3.1. Tasarımdan biyolojiye yaklaşımı

Başlangıçta problemin belli olduğu ve çözümü için doğadan ilham alınan tasarımdan biyolojiye yaklaşımında yedi adım bulunmaktadır (Macnab, 2012). Bu adımlar Şekil 2.1’de yer almaktadır.

Şekil 2.1.

Tasarımdan Biyolojiye Spirali



Kaynak: Macnab, 2012, s.211.

- 1. Tanılama:** İnsanların ihtiyaçlarına dayalı olarak çözülmesi gereken problemin veya tasarımla gerçekleştirilmek istenilen hedeflerin tanımlanmasıdır (Biomimicry 3.8, 2015). Bunun için sorulması gereken soru “Ne tasarlamak istiyoruz” sorusundan ziyade “Tasarımımızın ne yapmasını istiyoruz?” sorusudur (Macnab, 2012). Örneğin “Yaz aylarında binaları nasıl serin tutabiliriz?” sorusu insanları daha serin hissettiren farklı mekanizmaların fark edilmesine yardımcı olabilecek örnek bir sorudur (Çoban, 2019).
- 2. Tanımlama:** Tasarımla ilişkili bağlam ve koşulların açıklanmasıdır (Macnab, 2012). Örneğin çevresel koşullar, sosyal koşullar, materyal ve enerjinin verimli kullanımı, değişen şartlara ayak uydurabilme yeteneği, sürdürülebilirlik gibi koşullar bu aşamada ele alınabilmektedir (Baumeister vd., 2013).
- 3. Biyolojileştirme:** Tasarıma yönelik tanılama sorusu belirlendikten sonraki aşama doğadan tavsiye alma aşamasıdır (Biomimicry 3.8, 2015). Bu aşamada “Doğa bu sorunu nasıl ele alır?”, “Doğa bu durumda ne yapar?” gibi sorular yol gösterici olmaktadır (Macnab, 2012). Örneğin "Doğa sıcak koşullarda nasıl serin kalır?" veya "Doğa kurak iklimlerde sıcaklığı nasıl yönetir?" gibi sorular sorulabilir (Çoban, 2019).
- 4. Keşfetme:** Doğada istenilen işlevleri yerine getiren canlıları bulma ve bu canlılarla ilgili bilgi toplama aşamasıdır (Macnab, 2012). Bunun için doğada canlıların yapılarını ve davranışlarını gözlemleme, alan notları tutma, yazılı ve

görsel materyallerden yararlanma, çevrimiçi veri tabanlarını kullanma gibi yöntemlerden yararlanılabilir (Biomimicry 3.8, 2015; Çoban, 2019).

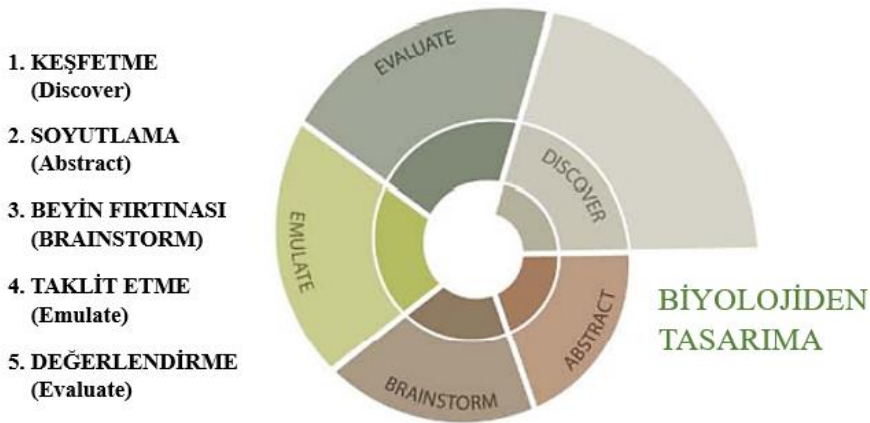
5. **Soyutlama:** Canlıların hayatta kalmalarını veya zorluklara karşı başarılı olmalarını sağlayan stratejiler belirlenir ve bu stratejilerin altında yatan mekanizmalar incelenir. Bu mekanizmaların daha iyi anlaşılabilmesi için çizimlerden yararlanılabilir (Biomimicry 3.8, 2015; Macnab, 2012).
6. **Taklit Etme:** Tasarım prensibine dönüştürülen mekanizmaların problemi çözmek için nasıl kullanılabileceğine dair beyin fırtınası yapılır. Ortaya çıkan fikirlerden en iyisi seçilerek tasarım konseptine dönüştürülür (Çoban, 2019; Macnab, 2012).
7. **Değerlendirme:** Geliştirilen tasarım konseptinin tasarım problemini nasıl çözdüğü, ne kadar uygulanabilir ve sürdürülebilir olduğu, doğanın ilkelerine uyup uymadığı değerlendirilir ve gerektiğinde önceki adımlar yeniden gözden geçirilerek iyileştirilir (Biomimicry 3.8, 2015; Macnab, 2012).

2.3.2. Biyolojiden tasarıma yaklaşımı

Başlangıçta doğadaki canlıların incelenerek elde edilen bilgilerle bir ürünün veya problem çözümünün ortaya konulduğu biyolojiden tasarıma yaklaşımında beş adım bulunmaktadır. Şekil 2.2’de yer alan bu adımlar şu şekilde açıklanmaktadır (Biomimicry Institute, 2021a; Macnab, 2012):

Şekil 2.2.

Biyolojiden Tasarıma Spirali



Kaynak: Macnab, 2012, s.211.

1. **Keşfetme:** Bu aşamada canlılardaki biçim, süreç ve sistemler, doğa gözlemleri, literatür çalışmaları, veri tabanlarında incelemeler, resimler, videolar, uzmanlarla görüşmeler vb. yollarla incelenir.
2. **Soyutlama:** Keşfetme aşamasından sonra canlıların hayatta kalmalarını ve zorluklara karşı başarılı olmalarını sağlayan stratejiler belirlenir, bu stratejilerin ardında yatan mekanizmalar basit ifadeler ve çizimlerle resmedilerek tasarım prensibine dönüştürülür.
3. **Beyin Fırtınası:** Tasarım prensibinin nerelerde işe yarayabileceğine ve kimlerin bu prensiplere ihtiyaç duyabileceğine dair fikirler üretilir. Seçilen problemin çözümünde bu tasarım stratejisinin nasıl kullanılabileceği hakkında beyin fırtınası yapılır.
4. **Taklit Etme:** Beyin fırtınası ile belirlenen fikirler analiz edilir ve ortaya çıkan fikirlerden en iyisi seçilerek tasarım ürününe dönüştürülür.
5. **Değerlendirme:** Geliştirilen tasarım ürünleri doğanın ilkeleriyle karşılaştırılarak tüm süreç değerlendirilir. Ayrıca çözümünün geleceği ve mevcut tasarımın gerekirse iyileştirilmesi için yeni sorular sorulur.

Biyomimikriye dayalı tasarım sürecinde kullanılan bu yaklaşımlar biyomimikrinin eğitime olan entegrasyonu ile birlikte öğrencilere öğretilmesi gereken birer öğrenme hedefi haline gelmiştir. Bu noktadan hareketle geliştirilen öğretim programlarında da bu adımları işe koştan biyomimikri kazanımlarına yer verilmiştir (NGSS, 2013a; 2013b). Böylece biyomimikri özellikle yurt dışında küçük yaşlardan itibaren öğrencilere öğretilmesi gereken bir disiplin alanı haline gelmiştir (NGSS, 2013a; 2013b; NRC, 2012).

2.4. Biyomimikrinin Eğitimde Kullanımı

21. yüzyılda sürdürülebilir bir gelecek tasarlamak üzere farklı disiplinlerin ve çalışma alanlarının kucaklandığı geniş bir perspektif gerekli görülmektedir. Bu nedenle günümüzde eğitim süreçleri 21. yüzyıl becerileri üzerine inşa edilmektedir (Gencer vd., 2020). Örneğin fen eğitiminde bu amaçları gerçekleştirmek üzere ABD Ulusal Araştırma Konseyi, 2012 yılında mühendislik ve tasarım süreci odaklı *K-12 Fen Eğitimi Çerçevesini* yayımlamıştır. Anaokulundan 12. sınıfa kadar tüm kademeleri kapsayan bu çerçevede bilim ve mühendislik uygulamaları, disipline ait temel kavramlar ve mühendislik-fen arası kesişen kavramlar olmak üzere üç temel boyut bulunmaktadır (NRC, 2012).

NRC'ye (2012) göre öğrencilerin bilim ve mühendislik arasındaki ortak temaları kavrayarak disiplinler arası bir anlayış kazanabilmeleri için hem disipline ait temel kavramları hem de mühendislik-fen arası kesişen kavramları anlamaları gerekmektedir. Bu kavramlardan biri olan *yapı-fonksiyon ilişkisi* sayesinde öğrenciler çevrelerindeki canlıların ve nesnelerin sahip oldukları şekil ve yapıları aracılığıyla çeşitli işlev ve özellikler kazandıklarını keşfederek doğadan mühendisliğe uzanan farklı bağlantılar kurabilmektedirler. Canlıların ihtiyaçlarını karşılamaları ve hayatta kalabilmeleri için birbirini tamamlayıcı rol oynayan bu iki kavram arasındaki ilişki öncelikle doğa biliminin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Kohn vd., 2018). Organizmaların biyolojik stratejiler aracılığıyla işlevsel ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri ise mühendislerin tasarım stratejileriyle insan sorunlarını çözmelerine benzerlik göstermektedir (NRC, 2012). Dolayısıyla doğal ve insan yapımı sistemlerdeki bu benzer işleyiş doğadaki mekanizmaların mühendislik tasarımlarında da kullanılabileceğine işaret etmektedir (NRC, 2012). Nitekim günümüzde kullanılan birçok teknolojik araç ve yapının doğadaki farklı işleyişlerle benzerlik göstermesi de bu duruma örnek teşkil etmektedir (Gencer vd., 2020). Öğrencilerin de yapı-fonksiyon ilişkisini erken yaşlardan itibaren farklı alanlarda kullanabilmeleri için biyomimikrinin ilköğretim düzeyinden itibaren öğretilmesi gerekmektedir (NGSS, 2013a; 2013b).

Biyomimikrinin öğrencilere bilim ve mühendislik uygulamalarının yanında çevresel farkındalık kazandırma, doğa bilinci geliştirme ve değerler eğitimi gibi birçok faydası bulunmaktadır. Örneğin Benyus'a göre biyomimikri öğrencilere STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic) eğitimi ve çevre okuryazarlığı dâhil olmak üzere çeşitli konuları birbirine bağlayan disiplinler arası bir öğrenme çerçevesi sunmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Öğrenciler tasarım süreci ile ilgilenirken öncelikle gerçek yaşam problemlerine dair çözümler aramakta; doğadaki stratejileri keşfedip tasarım projelerine dönüştürürken fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat gibi alanlarda bilgi ve becerilerini geliştirmektedirler (Biomimicry Institute, 2017). Bunun yanı sıra doğayı bir model, mentör ve ölçüt kabul ederek tasarımlarını doğanın ilkelerine göre test ettiklerinde doğa bilinci ve çevre okuryazarlığı becerileri de gelişmektedir. Öyle ki günümüzde birçok çocuk vaktini ekran karşısında geçirerek doğanın güzelliklerini ve bilgeliğini keşfetmekten mahrum kalmaktadır (Biomimicry Institute 2017). Bu noktada biyomimikri doğa ile teknoloji arasındaki sınırları kaldırarak öğrencilerin doğaya daha geniş bir perspektiften bakmalarını sağlamakta, kendilerini

çevreleyen dünyanın değerini anlayarak kendileriyle olan bağıını keşfetmelerine yardımcı olmaktadır (Biomimicry Institute, 2017).

Benyus (1997)'a göre biyomimikri, tasarım ve proje tabanlı etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmektedir. Çünkü sahip olduğu geniş uygulama alanı ile biyomimikri biyoçeşitlilik, enerji dönüşümleri, sürdürülebilirlik, doğal kaynaklar, insan ve çevre gibi dünyayı ve toplumu ilgilendiren güncel problemlerin disiplinler arası bir şekilde ele alınmasını mümkün kılmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Bu konuların biyomimikri perspektifiyle öğretilmesi öğrencilerin çevrelerindeki doğal uyaranları yaratıcı birer tasarım fikri olarak görmelerini sağlamakta ve doğaya olan meraklarını artırmaktadır (Baumeister vd., 2013). Ayrıca geçmişten bu yana bir yaratıcılık aracı olarak kullanılan doğal analogilerin tasarım sürecinde sistematik bir şekilde kullanımı onlara alışılmışın dışında düşünme fırsatı vererek yaratıcı buluşların ve çözümlerin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır (Sak, 2014). Bu sayede öğrenciler doğanın sadece kullanılacak bir şey değil aynı zamanda öğrenilecek bir şey olduğunu algılamaktadırlar. Öte yandan bu analogilerin doğanın ilkelerini temel alarak problem çözümünde kullanılması öğrencilerin hem problem çözme becerilerini geliştirmekte hem de eleştirel düşünme ve karar verme becerilerini güçlendirmektedir (Benyus, 2014).

Son olarak biyomimikri; keşfetmeye dayalı olması, yaratıcılığı beslemesi ve aktif bir öğrenme ortamı sağlaması yönüyle öğrencilerin ders ortamında ilgisini çekmektedir. Biyomimikri örneklerinin ardında yatan hikâyeler ve doğadaki etkileyici örnekler öğrencilerin bilimsel konuları öğrenme heveslerini artırarak doğadaki fikirleri keşfetmeye motive olmalarını sağlamaktadır (Biomimicry Institute, 2017; Gardner, 2012). Ayrıca öğrenciler, dünyanın sürdürülebilir bir şekilde gelişimi için vizyon ve sorumluluk sahibi olmaya gönüllü olmaktadır (Gardner, 2012). Sonuç olarak biyomimikri gerçek yaşam problemlerine dayalı disiplinler arası yapısıyla öğrencilerin hem 21. yy. becerilerinin gelişimini sağlamakta hem de çevre ve doğa farkındalıklarının gelişimini desteklemektedir. Bu nedenle olabildiğince erken yaşlardan itibaren öğretilmesi gerektiği savunulmaktadır.

2.4.1. İlkokul düzeyinde biyomimikri öğretimi

Erken yaşlarda çocuklar bilimsel kavramları öğrenme becerisine sahip potansiyel birer bilim insanı olarak görülmektedirler (Uyanık-Balat ve Çiftçi, 2018). Bu nedenle NRC

(2012) tarafından ortaya konulan Yeni Nesil Bilim Standartlarına göre çocuklara okul öncesinden itibaren yaşam bilimi, fizik bilimi, yeryüzü ve uzay bilimi olmak üzere üç temel içerik alanında eğitimler verilmesi gerekmektedir. Bu alanlar yakından incelendiğinde biyomimikrinin yaşam bilimi içerik alanına dâhil edildiği görülmektedir. Çünkü bu alan organizmaların yapılarına, süreçlerine ve ilişkilerine odaklanmaktadır. Çocuklarda yapı-fonksiyon ilişkisinin keşfi erken yaşlarda başladığı için biyomimikri 1. sınıf düzeyinden itibaren belirlenen standartlar içerisine dâhil edilmektedir. Böylece öğrencilerin yapı-fonksiyon ilişkisini hem canlılarda var olan temel bir kavram olarak hem de mühendislik-fen arası kesişen bir kavram olarak öğrenmeleri hedeflenmektedir. (NRC, 2012). Öğrencilere yapı-fonksiyon ilişkisinin temel ve kesişen kavramlar olarak öğretimini hedefleyen NGSS (2013a)'ye göre okul öncesinden 12. sınıfa kadar belirlenen kazanımlar Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Tablo 2.1.

NGSS Kazanımlarına Göre Okul Öncesinden 12. Sınıfa Kadar Yaşam Biliminde Yapı ve Fonksiyon İlişkisi

Sınıf	Temel Kavram Olarak Yapı ve Fonksiyon İlişkisi	Kesişen Kavram Olarak Yapı-Fonksiyon İlişkisi
K-2	Tüm organizmalar, günlük faaliyetlerini yerine getirmek için dışsal yapılara sahiptir.	Doğal ve insan yapımı sistemlerde gözle görülebilir yapıların ve fonksiyonların ilişkisini inceler.
3-5	Organizmalar büyümeye, hayatta kalmaya, davranış sergilemeye ve üremeye yarayan hem içsel hem de dışsal makroskobik yapılara sahiptir.	Alt sistemleri ve bu sistemlerdeki yapıların işlevleri ile ilişkilerini inceleyerek karmaşık sistemlerle çalışmaya başlar.
6-8	Tüm canlılar hücrelerden oluşur. Bu hücreler canlıda belirli vücut işlevlerini yerine getiren doku ve organları oluşturmak için birlikte çalışırlar.	Daha karmaşık ve daha az gözle görülebilir sistem ve süreçlere dair yapı ve fonksiyon ilişkisini modeller ve uygular.
9-12	Organizmalar içindeki özelleşmiş hücre sistemleri, yaşamın temel fonksiyonlarını yerine getirmeye yardımcı olur. Bir organizmadaki herhangi bir sistem çok sayıda parçadan oluşur. Geri bildirim mekanizmaları, bir organizmanın iç koşullarını belirli sınırlar içinde tutar ve davranışlarını kontrol eder.	Öğrenciler alışılmadık bir şey inşa ederken veya bir sistemin nasıl çalıştığını çözerken yapı ve fonksiyon bilgilerini kullanırlar. Buna o şeyin hangi maddeden yapıldığını inceleyerek başlarlar.

Tablo 2.1'de görüldüğü üzere yapı-fonksiyon ilişkisi küçük yaş grupları için canlıların gözle görülebilir dışsal yapıları üzerine şekillenirken yaş düzeyi arttıkça daha karmaşık içsel yapıları ve sistemleri üzerine şekillenmektedir. Bu bağlamda NGSS (2013a)'de yer alan biyomimikriye dair kazanımlar sınıf düzeyine göre farklılaşmaktadır. Tablo 2.2'de

yer alan bu kazanımlar incelendiğinde biyomimikrinin ana sınıfı, 1. sınıf ve 4. sınıf düzeyinde yapı ve fonksiyon ile ilişkili birer performans beklentisi olarak belirlendiği göze çarpmaktadır.

Tablo 2.2.

Yaşam Bilimi İçerik Alanında Yapı ve Fonksiyon İlişkisi İçin Performans Beklentileri (NGSS, 2013a'dan Uyarlanmıştır.)

Okul Öncesi için Performans Beklentileri		
K-LS1-1. Bitki ve hayvanların yaşamaları için sahip oldukları yapıları gözlemler ve tarif eder.		
Fen ve Mühendislik Uygulamaları	Disipline Ait Temel Kavramlar	Disiplinler Arası Kesişen Kavramlar
- Bilimsel sorulara cevap verebilmek ve problemleri çözebilmek için doğada gözlemlendiği ilişkileri ve yapıları kullanır. - Doğadaki ilişkileri açıklamak için modellerden yararlanır.	- Tüm hayvanların yaşamak ve büyümek için suya ve besine ihtiyaçları vardır. Hayvanlar besinlerini bitkilerden veya diğer hayvanlardan elde ederler. Bitkilerin ise yaşamak ve büyümek için ışığa ve suya ihtiyaçları vardır. - Bitkiler ve hayvanlar beslenme, büyüme korunma, barınma gibi ihtiyaçları için çevrelerinde veya kendilerinde değişiklikler yapabilirler (Örn. ağaçların köklerinin uzaması)	- Doğal ve insan yapımı sistemlerdeki yapıları gözlemler ve problem çözümünde kanıt olarak kullanır. - Doğal ve insan yapımı sistemlerdeki yapılar birlikte çalışırlar.
1. Sınıf için Performans Beklentileri		
1-LS1-1. Bir problemi çözmek için bitki ve hayvanların dış kısımlarını nasıl kullandıklarını taklit ederek elindeki materyallerle ürün tasarlar.		
(Açıklayıcı Tanım: Bitki ve hayvanlardaki yapıları taklit ederek problemlere çözümler üretir ifadesi ile kastedilen “kaplumbağanın kabuğunu taklit ederek koruyucu ekipman tasarlanması, hayvanların kuyruklarını taklit ederek sabitleyici yapılar tasarlanması” gibi örneklerdir.)		
Fen ve Mühendislik Uygulamaları	Disipline Ait Temel Kavramlar	Disiplinler Arası Kesişen Kavramlar
Bir problemin çözümüne yönelik elindeki materyalleri kullanarak ürün tasarlar.	Tüm organizmaların dışsal yapıları vardır. Hayvanlar bu yapıları; nesneleri görmek, duymak, koklamak, kendilerini korumak, hareket etmek,	Doğal ve insan yapımı varlıkların şekil ve yapıları ile fonksiyonları arasında ilişki vardır.

[Tablo 2.2. (Devam) Yaşam Bilimi İçerik Alanında Yapı ve Fonksiyon İlişkisi İçin Performans Beklentileri]

- Doğal olguları açıklayabilmek için kanıta dayalı gözlemler yapar. - Doğadaki ilişkileri belirleyebilmek için düzeyine uygun okumalar yapar ve medyayı kullanır. - Çözümlerini model kullanarak, sözel, yazılı veya çizim yoluyla paylaşır.	yiyecek, su ve hava bulmak gibi farklı amaçlarla kullanırlar. Bitkilerin ise hayatta kalmalarına ve büyümelerine yardımcı olan farklı kısımları (kökler, gövdeler, yapraklar, çiçekler, meyveler) vardır. Hayvanların, büyümeleri ve hayatta kalabilmeleri için farklı türde bilgileri toplayan ve ileten bazı özelleşmiş vücut yapıları bulunmaktadır. Bu bilgilere dayalı olarak çeşitli davranışlar üretilir hayatta kalırlar. Bitkiler de bazı dışsal yapıları sayesinde bu bilgileri algılar ve yanıtlar üretirler.	Her insan yapımı ürün, doğadaki bazı bilgiler ve doğadan elde edilen materyaller kullanılarak tasarlanır ve inşa edilir.

4. Sınıf için Performans Beklentileri

4-LS-1. Bitki ve hayvanların hem içsel hem de dışsal yapıları sayesinde hayatta kalma, büyüme, hareket etme, üreme gibi faaliyetleri gerçekleştirdiklerine dair argümanlar üretir.

- (Açıklayıcı Tanım: Değerlendirme ölçütü bitki ve hayvanların kök, gövde, yaprak, diken, tüy, deri, tırnak, burun, göz, ağız, iç organlar gibi makroskobik yapılarıyla sınırlıdır.)

4-LS-2. Hayvanların duyuları aracılığıyla farklı türde bilgileri aldıklarını, bu bilgileri beyinlerinde işlediklerini ve farklı şekillerde yanıtlar ürettiklerini açıklamak için modeller kullanır.

- (Açıklayıcı Tanım: Değerlendirme ölçütü beynin bilgiyi nasıl depoladığı, geri çağırdığı ve duyuşal reseptörlerin nasıl çalıştığı hakkındaki mekanizmaları içermez.)

Fen ve Mühendislik Uygulamaları	Disipline Ait Temel Kavramlar	Disiplinler Arası Kesişen Kavramlar
- Bir olguyu açıklamak için model geliştirir. - Doğal bir sistemin işleyişiyle ilgili ilişkileri test etmek için modeller kullanır. - Kanıtlara, verilere veya modellere dayanarak argümanlar üretir.	- Bitkilerin ve hayvanların, büyüme, hayatta kalma, hareket etme ve üreme gibi çeşitli işlevlere hizmet eden hem içsel hem de dışsal yapıları vardır. - Hayvanlarda bulunan bazı duyuşal reseptörler belirli türde bilgileri almak için özelleşmişlerdir. Daha sonra bu bilgileri beyinde işleyerek çeşitli davranışlarla yanıt verirler.	- Doğal ve insan yapımı sistemlerdeki çeşitli ilişkileri bir olguyu açıklamak veya kanıta dayalı argüman üretmek amacıyla kullanılır. - Bir sistem, sahip olduğu bileşenler ve bu bileşenlerin etkileşimleriyle açıklanır.

Not*: LS: Yaşam Bilimi

Tablo 2.2.'ye göre biyomimikri ile ilişkili belirtilen kazanımların ana sınıfı düzeyinden başladığı, 1. sınıf düzeyinde daha büyük bir netlik kazandığı görülmektedir. Öyle ki 1. sınıftan itibaren kazanımlarda “canlıların dışsal yapılarını nasıl kullandıklarını taklit ederek problemlere çözümler üretir” ifadesine doğrudan yer verilmektedir. 4. sınıf düzeyinde ise canlıların hem içsel hem de dışsal yapıları makroskobik düzeyde kazanımlara dâhil edilmektedir. Bu nedenle biyomimikrinin özellikle ilköğretim düzeyinde canlıların gözle görülebilir içsel ve dışsal yapıları temelinde ele alınabileceği gözlenmektedir.

Benyus'un kurmuş olduğu Biyomimikri Enstitüsü Raporu (2017)'na göre biyomimikri etkili bir şekilde sunulduğu takdirde çocuklara okul öncesinden itibaren etkili bir şekilde öğretilmektedir. Bunun için öğrencilerin yaş düzeylerine uygun kelime ve karmaşıklık düzeyinin belirlenmesi, kafa karıştırıcı terimlerden daha basit bir dilin seçilmesi gerekmektedir. Öte yandan çocukların biyomimikriyi anlayabilmeleri için şekilsel veya yapısal benzerlik düzeyinde biyomimikri örneklerinin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca verilen bu örneklerin öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkili ve ilgi alanlarına girebilecek örnekler olması gerektiği vurgulanmaktadır. Örneğin sahip olduğu ilginç hikâyesi ve ilham alındığı organizmaya olan şekilsel benzerliği nedeniyle Velcro örneği (pıtrak otu-cırtcirt bant) tüm yaştaki öğrenciler için başlangıç düzeyinde kullanılabilecek basit bir örnek olarak tarif edilmektedir.

Sonuç olarak biyomimikrinin üzerinde uzmanlaşma gerektiren teknik bir konu gibi görünmesine karşın öğrencilerin kavram gelişimlerinin, bilimsel süreç becerilerinin, yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmeye başladığı erken yaş dönemlerinden itibaren öğretilmesi gerektiği belirtilmektedir (Biomimicry Institute, 2017; NGSS, 2013b). Literatüre bakıldığında üst yaş grubundaki öğrenciler ile biyomimikrinin doğa ile analogi kurulan bir yaratıcılık yaklaşımı olarak ele alındığı çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Boğa, 2013; Hallihan vd., 2012). Ancak küçük yaş gruplarında biyomimikrinin doğrudan bir yaratıcılık yaklaşımı olarak ele alındığı çalışmalar oldukça sınırlı kalmaktadır. Oysaki okul öncesinden itibaren öğrencilerin soyut kavramları öğrenebilmesi ve yaratıcılık becerilerinin gelişebilmesi için sıklıkla analogilerden yararlanılması gerektiği ifade edilmektedir (Ergül, 2023; Uyanık-Balat ve Önkol, 2019). Bu noktada biyomimikrinin doğa ile tasarım arasında analogik bağlantılara imkân veren yapısı ile küçük yaş grupları için de bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

2.5. Yaratıcı Düşünme

Geçmişten bugüne yaratıcılık, toplumların gelişmesinde, sanatın ve bilimin ilerlemesinde insan zihninin en önemli bileşenlerinden biri olarak görülmektedir. Tarih boyunca yaratıcı bireyler yaşamlarıyla ve düşüncü şekilleriyle toplumları bilimsel, sosyal, ekonomik, kültürel, teknolojik, sanatsal vb. birçok yönden etkilemişlerdir. Bu bağlamda yaratıcılık ilk olarak antik çağ filozoflarının dikkatini çekse de bilimsel olarak ilk ele alınmaya başlandığı dönem Guilford (1967)'un Zihinsel Yapı Modeli'ni (Structure of Intelligence, SOI) ortaya attığı 1960'lı yıllar olmuştur. Bu dönemden sonra yaratıcılık alanında yapılan çalışmaların hız kazanması ile birlikte çok sayıda yaratıcılık tanımının yapıldığı göze çarpmaktadır. Örneğin Mednick (1962) yaratıcılığı, yararlı fikirler üretmek üzere farklı bileşenleri yeni kombinasyonlarla birleştirerek çağrışım kurma süreci olarak tanımlarken; Torrance (1966) bilgidaki eksik bileşenleri ve problemleri hissetme, güçlüğü tanımlama, çözüm arama, tahminler üretme, hipotez kurma, test etme ve paylaşma süreci olarak tanımlamıştır (Torrance, 1966'dan aktaran Batey ve Furnham, 2006). Guilford (1967) akıcı, esnek, orijinal ve detaylı fikir üretme yeteneğini yaratıcılık olarak tanımlarken; Amabile (1983a) uzmanlar tarafından yaratıcı olarak değerlendirilen ürünleri veya bu ürünlerin üretilme sürecini yaratıcılık olarak ele almıştır. Gardner (1983)'a göre yaratıcılık, toplum tarafından kabul gören şekilde problem çözme ve yeni ve alışılmamışın dışında ürünler ortaya koyma becerisini ifade ederken; Eysenck (1993)'e göre herhangi bir alanda bilişsel yetenekler, çevresel değişkenler ve kişisel özelliklerin çarpımsal etkileşimiyle ortaya çıkan büyük başarılarıdır. Yaratıcılığın bileşenlerine (birey, alan, disiplin) vurgu yapan Csikszentmihalyi (1996), mevcut bir disiplini değiştiren veya yeni bir disipline dönüştüren eylem, fikir veya ürünleri yaratıcılık olarak tanımlarken; Plucker vd. (2004) da bir bireyin ya da grubun toplum tarafından kabul edilebilir şekilde yeni ve kullanışlı ürün ürettiği yetenek, süreç ve çevre etkileşimini yaratıcılık olarak ele almıştır.

Yapılan tanımlar incelendiğinde Guilford'dan bugüne birçok yaratıcılık görüşünün var olduğu görülmektedir. Bu görüşlerin çeşitliliği yaratıcılığın karmaşık ve dinamik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bazı araştırmacılar yaptıkları tanımlarda yaratıcılığın öğelerine odaklanırken (Csikszentmihalyi, 1996; Eysenck, 1993; Guilford, 1967; Torrance, 1966); bazıları süreç ve ürüne odaklanmışlardır (Amabile, 1983a; Gardner, 1983; Plucker vd., 2004). Yaratıcılık üzerine yürütülen çalışmalar arttıkça var

olan yaklaşımlar da çoğalmıştır. Örneğin başlangıçta belli bir alanda sergilenen yaratıcılığın farklı alanlarda da sergilenebileceği genel bir yaratıcılık görüşü hakimken (Guilford, 1967; Mednick, 1962; Torrance, 1966); ilerleyen zamanlarda alanla ilişkili bilgi ve becerilerin önemli olduğu alana özgü yaratıcılık görüşü hâkim olmaya başlamıştır (Amabile, 1983a; Csikszentmihalyi, 1996; Sternberg ve Lubart, 1999). Bu iki görüş, literatürde ortaya atılan yaratıcılık modellerinin kuramsal temelini de oluşturduğu için yaratıcılık alanında önemli bir tartışma alanı olarak değerlendirilmiştir.

2.5.1. Genel ve alana özgü yaratıcılık

Yaratıcılığın belirli bir alandan bağımsız her alanda sergilenebilecek genel bir yetenek mi yoksa üzerine uzmanlaşma gerektiren alana özgü bir yetenek mi olduğu sorusu yaratıcılık tartışmalarının en temel sorularından biridir (Baer, 2010). Bazı araştırmacılar yaratıcılığın altında yatan bileşenlerin genel bir yapı sergilediği için belirli bir alanda sergilenen yaratıcılığın farklı alanlarda da sergilenebileceğini savunurken (Hocevar, 1976; Treffinger, 1998); bazıları, disiplinlerin kendine özgü bilgi ve teknik beceriler içerdiği için bir alanda sergilenen yaratıcılığın diğer alanlara kolayca transfer edilemeyeceğini savunmaktadır (Baer, 2010; Han ve Marvin, 2002). Kimi araştırmacılar ise bu tartışmanın gözden kaçırılan birtakım kavramsal, metodolojik ve mantıksal nedenlerden kaynaklandığını savunarak ölçülen yaratıcılık bileşenleri ve kullanılan araçların bağlamına vurgu yapmışlardır (Plucker, 1998; Plucker ve Beghetto, 2004).

Genel yaratıcılık görüşüne göre yaratıcılık farklı alanlara transfer edilebilen genel bir potansiyeli ifade etmektedir. Bu nedenle bir alanda yaratıcılık sergileyebilen bir kişinin diğer alanlarda da sergileyebilme şansının yüksek olduğu düşünülmektedir (Plucker ve Beghetto, 2004). Yapılan bazı çalışmalarda da farklı alanlar arasında yaratıcılık korelasyonunun orta ve yüksek düzeyde olduğu sonuçlara rastlanmaktadır (Hocevar, 1976; Runco, 1987). Örneğin Hocevar (1976) yaratıcılık envanteri ile yapmış olduğu çalışmada güzel sanatlar, zanaat, performans sanatları, fen-matematik, edebiyat ve müzik alanları arasında .76 ile .45 arasında değişen anlamlı korelasyon değerlerine ulaşmıştır. Runco (1987) da üstün zekâlı ve normal öğrencilerle yaptığı çalışmada resim, müzik, el sanatları, yazı, performans sanatları, bilim ve genel sunum becerileri arasındaki ilişkilerin her iki öğrenci grubu için de anlamlı korelasyon değerlerine ($p > .05$, ortalama $r = .46$) ulaştığını tespit etmiştir. Bu durum araştırmacılar tarafından bir alanda

sergilenen yaratıcılığın farklı alanlara da transfer edilebileceğine dair destekleyici kanıtlar olarak yorumlanmıştır.

Genel yaratıcılığın aksine alana özgü yaratıcılık görüşüne göre ise her disiplin, kendine özgü bilgi, beceri ve uzmanlık gerektirmektedir (Baer, 1991; 2010). Bir alanda yaratıcılık sergileyebilmek için o alanın bilgi, birikim ve deneyimine sahip olunması gerektiğinden bir alanda sahip olunan yaratıcılık diğer alanlara kolay bir şekilde transfer edilememektedir (Plucker ve Beghetto, 2004). Alana özgü yaratıcılık genel yaratıcılığın aksine yaratıcı potansiyelden çok yaratıcı başarı veya performansa odaklanmaktadır (Carson vd., 2005). Buna yönelik yapılan birçok çalışma da alana özgü yaratıcılığın varlığını destekleyen sonuçlar ortaya koymaktadır (Baer, 1991; Han, 2003; Runco, 1989). Örneğin Baer (1991) 8. sınıf düzeyinde 50 öğrenci ile yaptığı çalışmasında şiir yazma, hikâye yazma, matematiksel denklem oluşturma ve problem oluşturma görevlerinde öğrencilerin sergiledikleri ürünleri alan uzmanlarına puanlatarak aralarındaki korelasyonu incelediğinde şiir ve hikâye yazma görevleri arasında bulunduğu korelasyon değeri ($r=.31$, $p<.05$) hariç diğer görevler arasında herhangi bir ilişkiye rastlamamıştır. Araştırmacı bu durumu genel yaratıcılık becerilerinin, farklı görevlerdeki yaratıcılık performansına katkı sağlamadığı yönünde yorumlamıştır. Han (2003) ise sözel, matematik ve sanat alanlarında hikâye anlatma, matematiksel kelime problemi oluşturma ve kolaj çalışması yapma görevleri ile 2. sınıf düzeyindeki 109 öğrencinin performansa dayalı ürünlerini, alan uzmanlarına puanlatarak aralarındaki korelasyonu incelediğinde yalnızca hikâye anlatma ve matematiksel kelime problemi oluşturma arasında anlamlı bir korelasyona ($p<.01$, $r=.28$) ulaşmıştır. Diğer alanlarda herhangi bir korelasyona rastlanmadığını rapor eden araştırmacı, hikâye anlatma ve matematiksel kelime problemi oluşturma görevleri arasında bulunan zayıf korelasyonu görevlerin benzer formatta olması ile açıklamıştır. Runco (1989) ise 4., 5. ve 6. sınıf düzeyindeki 104 öğrencinin sanat alanındaki 3 farklı görevde sergiledikleri ürünleri, alan uzmanlarının değerlendirdiği çalışmasında ortalama madde korelasyonunun oldukça düşük olmasını ($r=.18$) aynı alanda olsalar bile sanatın farklı bileşenlerinin özel yetenekler gerektirdiği şeklinde yorumlamış ve yaratıcılığın genel bir yetenektan ziyade alana özgü bir yetenek olabileceğine vurgu yapmıştır.

Yıllardır devam eden genel ve alana özgü yaratıcılık tartışmaları temelde yaratıcılığın çok boyutlu bir yapısının olması ile ilişkilendirilmektedir (Baer, 2010). Literatürde iki görüşü

de destekleyen çalışmaların varlığı, bu tartışmanın kutuplaşmasına neden olsa da aynı zamanda yaratıcılığın hem genel hem de alana özgü nitelikler taşıyabildiğini göstermektedir (Plucker ve Beghetto, 2004). Bu noktada genel yaratıcılık; bireyin bilişsel olarak sahip olduğu yaratıcılık bileşenlerine, kişilik özelliklerine ve yaratıcılık sürecine odaklanırken; alana özgü yaratıcılık daha çok bireyin ortaya koyduğu yaratıcı başarı, performans ya da ürünlere odaklanmaktadır (Carson vd., 2005). Plucker ve Beghetto (2004)'ya göre sosyal bilimler alanında bağlama dayalı durumsal öğrenme çalışmalarının artması yaratıcı performansın sergilenmesini gerektiren alana özgü yaratıcılık görüşünü ön plana çıkarmaktadır. Ancak sosyal bağlam ve yaşa bağlı gelişimle gelen deneyimlerin yaratıcılığın genel ve alana özgü düzeyini etkileyebildiğine dair görüşlerin varlığı bu yeteneğin hem genel hem de alana özgü bileşenler taşıyabileceğini göstermektedir (Plucker ve Beghetto, 2004; Sternberg, 1999). Yaratıcılığın taşıdığı bu bileşenler ise ortaya atılan modellerin teorik alt yapısını şekillendirmektedir (Baer, 2010).

2.5.2. Yaratıcılık modelleri

Literatürde yaratıcılığın genel ve alana özgü yapısını yansıtan birçok yaratıcılık modeli bulunmaktadır. Örneğin Wallas (1926)'ın ortaya koyduğu Dört Evre Modeli, Mednick (1962)'in ortaya koyduğu Çağrışımsal Düşünme Modeli ve Guilford (1967)'un ortaya koyduğu Zihinsel Yapı Modeli genel yaratıcılık görüşü ile ilişkilendirilen modellerken; Kaufman ve Beghetto (2009)'nun ortaya koyduğu 4C Yaratıcılık Modeli, Sternberg ve Lubart (1991)'in ortaya koyduğu Yatırım Modeli, Csikszentmihalyi (1996)'nin ortaya koyduğu Sistemler Modeli ve Amabile (1983a; 2013)'in ortaya koyduğu Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli alana özgü yaratıcılık görüşü ile ilişkilendirilen modellerdir. Bazı modeller ise iki yaklaşımı da benimsemişlerdir. Örneğin Baer ve Kaufman (2005)'in ortaya koyduğu Lunapark Modeli bu modellerden bir tanesidir. Rhodes (1961) ise yaratıcılık için önemli görülen unsurları bir arada ele aldığı 4P Yaratıcılık Modelinde yaratıcılığa dair genel bir çerçeve sunmaktadır. Bu çalışmada da yaratıcılık için önemli görülen bileşenleri ve yaratıcılığın alana özgü yapısını yansıtan yaratıcılık modellerine yer verilmektedir.

2.5.2.1. Çağrışımsal Düşünme Modeli

Mednick (1962)'in ortaya koyduğu Çağrışımsal Düşünme Modeli yaratıcı düşünme sürecini çağrışımsal temellerle açıklayan bir modeldir. Modele göre yaratıcı düşünme, birbirinden bağımsız gibi görünen fakat uzaktan ilişkili olan elementlerin yeni ve değeri

olan kombinasyonlarla bir araya getirilmesi sürecidir. Örneğin zihinde var olan bir bilgi, kendisiyle yakından veya uzaktan ilişkili başka bilgileri de çağrıştırabilmektedir. Ancak çağrışımsal düşünme olmadan birbiriyle uzaktan ilişkili olan bilgiler arasında bağlantı kurulması oldukça zordur. Öte yandan birleşimi oluşturan elementler, birbirinden ne kadar uzaksa çözüm ya da süreç o kadar yaratıcı olmaktadır. Dolayısıyla çağrışımsal düşünme, birbiri ile ilişkili görünmeyen ya da uzaktan ilişkili olan bilgiler arasında ilişki kurulmasına öncülük ederek bu bilgilerin birleştirilmesine ve yeni bilgilerin üretilmesine yardımcı olmaktadır.

Mednick (1962), problemlerin yaratıcı şekilde çözümü için üç tür sürecin varlığından bahsetmektedir. Bunlar rastlantısal keşif, benzerlik ve aracılıktır. *Rastlantısal keşif*, gerekli olan çağrışımsal elementleri ortaya çıkaran çevresel uyarıcıların tesadüfi bir şekilde birbirini takip edecek şekilde (genellikle kazara) ortaya çıkmasıyla oluşur. Örneğin bakteriler üzerine çalışmalar yapan Alexander Fleming'in laboratuvarında açık unuttuğu petri kabında üreyen küf mantarlarından elde ettiği penisilinin keşfi rastlantısal keşfe bir örnektir. *Benzerlik* sürecinde ise çağrışım, gerekli olan elementlerin veya çevresel uyarıcıların benzerliği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu tür düşünme süreci ise genellikle aliterasyon, eş seslilik, kafiye gibi kelimelerdeki yapı veya ritim benzerliğinin ardıl bir şekilde kullanıldığı yaratıcı yazın gibi alanlarda görülebilmektedir. *Aracılık* ise ortak elementler aracılığıyla gerekli olan çağrışımsal elementlerin bir araya getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Örneğin ütünün, kumaştaki kırıksıklıkları gidermek için kullanılırken giysileri dezenfekte etme amaçlı da kullanılabileceğinin fark edilmesi aracılık yoluyla çağrışımsal düşünmeye bir örnektir (Uygun, 2017).

Mednick (1962)'e göre çağrışımsal düşünme sürecinde birbiri ile uzaktan ilişkili hatta ilişkisiz elementleri birleştirebilen bireyler daha yaratıcı fikirler üretebilmektedir. Ancak bu durum çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Bunlardan ilki bireyin sahip olduğu bilgi repertuarıdır. Öyle ki birey, çağrışım kurabilecek gerekli bilgi zenginliğine sahip değilse yaratıcı fikir veya çözüm üretmesi beklenmemektedir. Örneğin genetik alanında yeni bir kuramın varlığından haberdar olmayan bir bilim insanı veya mühendis, bu kuramı var olan bilgi dağarcığı ile çağrıştırarak yaratıcı bir şekilde kullanamayacaktır. Öte yandan uzak çağrışımların kurulabilmesi için gerekli olan diğer bir faktör de çağrışım sürecinin organizasyonudur. Mednick (1962)'e göre zihindeki organizasyon süreci bireyin yaratıcı çözüme ulaşma hızını ve olasılığını etkileyebilmektedir. Örneğin bir

bireye “masa” sözcüğü sunulduğunda aklına gelen ilk çağrışım “sandalye” olabilmektedir. Ancak güçlü çağrışımsal ağlara sahip olan bireyler, sandalye gibi birkaç sıradan cevabın ardından hızlı bir şekilde daha uzak ve sıra dışı çağrışımlar da kurabilmektedir. Bu durum, kişinin yaratıcı çözüm üretme hızını ve olasılığını artırmaktadır. Moriarty ve Robbs (1999)’a göre bazı düşünme teknikleri bu süreci daha da kolaylaştırmaktadır. Örneğin ekipçe çalışan yazarlar veya sanat yönetmenleri, reklam fikirlerinin üretiminde serbest çağrışım, beyin fırtınası, analogik düşünme, metaforik düşünme gibi tekniklerden yararlanmaktadırlar. Bu tekniklerle bir düşüncenin uyandırdığı diğer çağrışım, olası tüm alternatiflerin üretimini sağlamaktadır. Örneğin beyin fırtınası, fikir üretiminde “olumlu kalma” ve “yargıyı ertelemeye” dayanan yapısıyla ortamda destekleyici bir atmosfer yaratarak ilham alma sürecini harekete geçirmekte ve üretilen fikirlerden yeni fikirlerin çağrıştırılmasını teşvik etmektedir. Analogiler ve metaforik düşünme ise beklenmedik fikirlerin üretiminde gerekli olan örüntüler ve karşıtlıkları barındırdığından orijinal ve sıra dışı fikirlerin üretimine katkı sağlamaktadır. Grubun ortak çağrışımlarının yarattığı güç ise bir kişinin tek başına üretebileceğinden çok daha fazlasını ortaya çıkarmaktadır.

Yapılan çalışmalar, çağrışımsal düşünmeyi destekleyen tekniklerin eğitim ortamlarında da yaratıcılığı artırdığını ortaya koymaktadır. Örneğin beyin fırtınasına dayalı fen etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerde yaratıcılığı nasıl etkilediğini inceleyen Mirzae vd. (2009), bu etkinliklerin sınıf ortamında endişe ve tedirginliği azaltarak daha çok fikrin üretilmesine, bu fikirlerin zenginleştirilmesine ve çeşitlendirilmesine katkı sağladığını ortaya koymuşlardır. Tsai vd. (2020) ise vatandaşlık eğitimi dersinde beyin fırtınası tekniğinin ortaokul öğrencilerinde çağrışımsal düşünmeyi destekleyerek yaratıcılığı artırdığını ve öğrenme performanslarına katkı sağladığını rapor etmişlerdir. Karataş ve Özcan, (2010) ise bu teknik ile işlenen bilişim teknolojileri dersinin ortaokul öğrencilerinde yaratıcı düşünme ve proje üretme becerilerine anlamlı düzeyde katkı sağladığını belirlemişlerdir. Temel fizik kavramlarının analogiyle öğretimini hedefleyen Colletti vd. (2023) de proje tabanlı analogi etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinde hayal gücünü destekleyerek bilişsel transferi kolaylaştırdığını, ortaya koydukları deney düzeneklerinde farklı bileşenleri kullanarak zenginleştirmeler yapmalarını sağladığını ve kendi soyut modellerini üretmelerine yardımcı olduğunu tespit etmişlerdir. Sinektik tekniğinin üst biliş ve yaratıcılık üzerindeki etkisini inceleyen Suratno vd. (2019) ise bu teknikle işlenen fen konularının ortaokul öğrencilerinde planlama, izleme, değerlendirme

gibi üst biliş becerilerini destekleyerek problem çözme sürecini kolaylaştırdığını, çözümlerinde orijinallik ve esneklik sağladığını ve kendi düşünme süreçlerinin farkına varmalarına yardımcı olduğunu belirlemişlerdir. Choi ve Kim (2017) ise analogik ve metaforik düşünmeye dayalı öğretim tekniklerini geleneksel öğretim ile karşılaştırdıkları çalışmalarında iç mimarlık öğrencilerinin, kullanılan teknikler ile problemleri aktif şekilde analiz etme, sezgisel ve yenilikçi düşünme, akıcı ve orijinal fikir üretme, bakış açılarını zenginleştirme gibi katkılarla tasarım üretme kapasitelerinin arttığını; diğer öğrencilerin ise çizimlerinde daha geleneksel çözümler üreterek tekil düşünmeye devam ettiklerini belirlemişlerdir.

Sonuç olarak yapılan çalışmalar, kullanılan yaratıcılık tekniklerinin farklı öğretim kademelerinde yaratıcı düşünme, problem çözme ve ürün geliştirme becerileri üzerinde etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu durum araştırmacılar tarafından beyin fırtınası, analogilerle öğretim, sinektik gibi tekniklerin çağrışımsal düşünmeye fırsat vererek fikirlerde çeşitliliğin sağlanması, yeni bağlantıların kurulması, uzak fikirlerin birleştirilmesi, çok sayıda fikrin üretilmesi gibi çoğul düşünmeyi destekleyen bir yapısının olması, öğrencilerin fikir üretimini cesaretlendirecek serbest bir ortam sunması ve üst biliş becerilerini harekete geçirerek öğrencilerin bilinçli ve aktif bir şekilde problem çözme sürecine dahil edilmesi ile ilişkilendirilmektedir (Choi ve Kim, 2017; Colletti vd., 2023; Karataş ve Özcan, 2010; Mirzae vd., 2009; Suratno vd., 2019; Tsai vd., 2020). Dolayısıyla öğrencilerde çağrışımsal düşünmeyi ve yaratıcılığı destekleyecek bir araç olarak yaratıcı düşünme tekniklerinin araştırmacılar tarafından eğitim ortamlarında kullanılması önerilmektedir (Colletti vd., 2023; Karataş ve Özcan, 2010; Tsai vd., 2020).

2.5.2.2. 4P Yaratıcılık Modeli

Rhodes'un önerdiği 4P Yaratıcılık Modeli, yaratıcılık çalışmalarında en sık kullanılan modellerden biri olarak değerlendirilmektedir (Runco, 2004). 40'ın üzerinde yaratıcılık tanımını bir araya getiren Rhodes (1961), bu tanımlarda birbiri içine geçen ve örtüşen unsurların varlığına dikkat çekerek yaratıcılığa dair genel bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeveye göre yaratıcılık; *kişi (person)*, *süreç (process)*, *ürün (product)* ve *çevre (press)* olmak üzere dört temel unsurun organizasyonuna dayanmaktadır. Son yıllarda yaratıcılık üzerine çok sayıda tanım ve model önerilmiş olsa da 4P Yaratıcılık Modeli, yaratıcılığın

temel bileşenlerini taşıyan kapsamlı yapısıyla eğitim araştırmalarında güncel çalışmaların kuramsal çerçevesini oluşturmaya devam etmektedir (Yeung ve Bautista, 2024).

Her bir unsurun baş harfinden ismini alan modele göre *kişi (person)*; yaratıcılığın ortaya çıkmasında önemli görülen bilişsel özellikler, kişilik özellikleri, alışkanlıklar, tutum, motivasyon, davranış, değer yargıları, öz benlik, savunma mekanizmaları gibi yaratıcı kişinin özelliklerini kapsamaktadır (Rhodes, 1961). Geleneksel olarak bazı bilim insanları yaratıcılığın doğuştan gelen ve herkeste olabilecek bir özellik olduğunu ileri sürerken (Duffy, 2006); bazıları, bireyi yaratıcı kılan belirli kişilik özelliklerinin yaratıcılık için birer önkoşul olabileceğini savunmuşlardır (MacKinnon, 1966). Bu nedenle modelde yer alan *kişi* unsuru yaratıcı bireylerin sahip olduğu özellikleri inceleyerek onları tanımaya odaklanmaktadır (Rhodes, 1961). Örneğin Sak (2004)'a göre yaratıcı çocukları diğer çocuklardan ayıran özellikler; güçlü bir hayal gücü, yoğun merak duygusu, çok sayıda fikir üretebilme, sınırların dışına çıkabilme, duygusal yoğunluk ve sezgisellik olarak sıralanmaktadır. Barron ve Harrington (1981)'a göre ise deneyime açıklık, belirsizliğe karşı tolerans, merak, risk alma, özgüven, karmaşıklığa karşı ilgi duyma, estetik algısı, içsel motivasyon, yaratıcı benlik algısı gibi özellikler yaratıcılık için gerekli görülen başlıca özelliklerdir. Ancak bu özellikler alana özgü değişkenlikler gösterebilmektedir. Örneğin yaratıcı bir bilim insanı duygusal olarak daha istikrarlı, cesur ve kendinden emin bir profil sergileyebilirken; yaratıcı bir sanatçı veya yazar daha içe dönük ve değişken bir yapı gösterebilmektedir. Sternberg ve Lubart (1991)'a göre ise sahip olunan bu özellikler, yaratıcılık sürecinde karşılaşılan bazı dışsal etmenlerden etkilenecek şekilde yaratıcılığı besleyebildiği gibi düşmesine de neden olabilmektedir.

4P Modelinin bir diğer unsuru *süreçtir*. Rhodes (1961)'a göre *süreç (process)*; motivasyon, algı, öğrenme, düşünme ve iletişim yollarının kullanıldığı yaratma sürecini ifade etmektedir. Bu unsur; “*Yaratıcı düşünmenin aşamaları nelerdir?*”, “*Problem çözme ve yaratıcı düşünmenin evreleri birbiri ile aynı mıdır?*”, “*Yaratıcı düşünme süreci öğretilir mi?*” gibi sorulara odaklanmaktadır. Odaklanılan sorularla bireyin fikir üretme, oluşturma ve geliştirme aşamalarında kullandığı mekanizmaların açığa çıkarılması amaçlanmaktadır. Örneğin Wallas (1926)'a göre yaratıcı düşünme; çeşitli yollarla bilgi toplama, analiz etme, karşılaştırma, ilişkilendirme gibi yoğun bilinçli eylemlerle başlayan *hazırlık evresi*, başka işlerle meşgulken problemle bilinç dışı düzeyde uğraşma ve zihni nadasa bırakma gibi süreçlerle devam eden *kuluçka evresi*,

problem çözümünün zihinde aniden canlandığı *aydınlanma evresi* ve çözümün çeşitli yollarla ürüne dönüştürüldüğü ve test edildiği *doğrulama evresi* olmak üzere dört aşamada gerçekleşmektedir. Rothenberg (1994)'e göre ise yaratıcı düşünme süreci, probleme dair yoğun şekilde çalışılarak bilgi birikiminin oluşturulduğu *motivasyon aşaması*, alışılmış fikirlerden uzaklaşarak zıtlıkların düşünüldüğü *sapma aşaması*, zıtlıkların paradoks içerecek şekilde yeniden birleştirildiği *eşzamanlı zıtlaştırma aşaması* ve geliştirilen düşüncelerin daha derinlemesine çalışılarak detaylandırıldığı *yapılandırma aşamasından* oluşmaktadır. Rhodes (1961)'a göre yaratıcılık için gerekli olan bu düşünme süreçleri bireylere eğitimsel faaliyetlerle öğretilmektedir.

4P Modelinde yer alan bir diğer unsur *çevredir*. Yaratıcı üretimin ortaya çıkabilmesi için *kişi* ve *süreç* üzerinde etkisi olan tüm dışsal etmenler bu unsurun içerisinde yer almaktadır (Rhodes, 1961). Örneğin içinde bulunulan toplum, kültür, aile, okul, geçmişten gelen bilimsel ve teknik miras, sunulan kaynaklar, kişiler arası ilişkiler bunlardan bazılarıdır (Runco, 2004). Amabile ve Gryskiewicz (1989)' göre yaratıcılığı teşvik eden bir çevre; özgür çalışma ortamı, özerklik, uygun kaynaklar, ilgi ve yeteneğe hitap eden görevler, açık iletişim, iş birliği, hataların kabulü, eleştiri özgürlüğü, yapıcı dönütler, grup çalışması, iyi rol modeller, başarıyı takdir eden ödüller gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Yaratıcılığı kısıtlayan bir çevre ise yoğun zaman baskısı, aşırı dışsal denetim, sık değerlendirme, kaynak yetersizliği, gerçekçi olmayan beklentiler, mükemmeliyetçi yönetim anlayışı gibi özelliklerle tarif edilmektedir. Dolayısıyla bireyin süreç içerisinde bu etmenlerle etkileşimi, sergileyeceği performansın yaratıcılık düzeyini etkilemektedir.

4P Yaratıcılık Modelinin son unsuru *üründür*. Rhodes (1961)'a göre ürün, yaratıcı bireyin süreç ve çevre ile olan etkileşimi sonucunda ürettiği fikir veya çözümleri çeşitli formlarda ortaya koyduğu çıktılardır. Bunlar; resim, şiir, heykel, bilimsel bir yayın, yeni bir icat, matematik formülü, mimari tasarım, drama gibi çeşitli şekillerde sergilenebilmektedir. Aynı zamanda ürün, insan zihninin belirli bir andaki düşüncelerinin kaydı ve onun eserleri olarak görülmektedir. Dolayısıyla ilhama kaynak olan fikir veya süreçleri izlemek; ancak ürünlerin geriye doğru incelenmesi ile mümkün olabilmektedir. Örneğin arkeologlar, yok olan medeniyetlerin yaşam biçimlerini ve düşünüş şekillerini yalnızca bıraktıkları eserleri geçmişe dönük inceleyerek öğrenebilmektedirler. Bu nedenle Rhodes (1961), yaratıcılığın ikna edici bir şekilde değerlendirilebilmesi için ürün boyutunun varlığına vurgu yapmaktadır. Yaratıcılığın doğasına yönelik nesnel bir araştırma ise

yalnızca “üründen kişiye”, “kişiden sürece” ve “süreçten çevreye” olmak üzere tek bir yönde ilerleyebilmektedir.

Sonuç olarak Rhodes (1961)’un 4P Modeline göre yaratıcılık; *kişi, süreç, ürün ve çevre* unsurları etrafında şekillenmektedir. Bu dört unsurun etkileşimi sonucunda ise yaratıcı ürün ortaya çıkmaktadır. Model ise yaratıcılığın bileşenlerine ve işleyişine yönelik genel bir çerçeve sunduğundan yapılacak çalışmalarda araştırmacıların izleyecekleri yolları belirlemelerinde kolaylık sağlamaktadır.

2.5.2.3. 4C Yaratıcılık Modeli

Kaufman ve Beghetto (2009) tarafından ortaya atılan 4C yaratıcılık modeli, bireylerde sergilenebilecek yaratıcılık düzeyleri ve gelişimleri hakkında genel bir çerçeve sunmaktadır. Buna göre yaratıcılığın, içsel düzeyden yaratıcı etki düzeyine kadar geçişkenlik gösteren dört düzeyi bulunmaktadır. Bunlar *mini-c (içsel yaratıcılık)*, *little-c (günlük yaratıcılık)*, *Pro-C (profesyonel yaratıcılık)* ve *Big-C (seçkin yaratıcılık)* olarak sıralanmaktadır. Yaratıcılık üzerine yapılan çalışmaların ise genellikle little-c ve big-c olarak tarif edilen yaratıcılık düzeylerine odaklandığı görülmektedir (Kaufman vd., 2016). Bu noktadan hareketle araştırmacılar, yaratıcılığın gelişimsel ilerlemesine vurgu yaparak modele yaratıcılığın mini-c ve Pro-C düzeylerini de eklemişlerdir (Beghetto ve Kaufman, 2014).

Mini-C: 4C hiyerarşisinin en alt düzeyi olan mini-c, öğrenme sürecinde doğal olarak ortaya çıkan öznel yaratıcılık deneyimlerini ifade etmektedir. Yani bireyin, başkaları tarafından yaratıcı olarak görülmesi bile kendisi için özgün ve faydalı olarak değerlendirebileceği içgörüler ve öz keşiflerinden oluşmaktadır. Örneğin doktora düzeyinde öğrenim gören bir mimarlık öğrencisi veya bu alanda yaratıcılık sergileyen bir mimar düşünüldüğünde üniversiteye yeni başlayan bir mimarlık öğrencisinin alana dair keşfettiği yeni bilgiler ve buna bağlı olarak yaşadığı deneyimler mini-c düzeyinde bir yaratıcılık örneği olarak değerlendirilmektedir. Çünkü Beghetto ve Kaufman (2007)’a göre çevreden alınan hiçbir bilgi, üzerinde değişiklik yapılmadan zihinde pasif bir şekilde kabul edilmemektedir. Aksine, gelen bilgiler var olan şemalara, geçmiş deneyimlere ve yaşantılara göre zihinde süzülerek yeniden yorumlanmaktadır. Dolayısıyla mini-c, öğrenme ve yaratıcılık arasında güçlü bir ilişkinin varlığını savunmaktadır (Beghetto ve Kaufman, 2007). Bu nedenle öğretmenler için öğrencilerde yaratıcılığın geliştirilebilmesi adına önemli bir yol sunmaktadır. Çünkü yapılan çalışmalarda olduğu gibi öğretmenlerin,

yaratıcılığın yalnızca little-c ve Big-C boyutlarına odaklanması, sınıflarında yaratıcılığı nasıl kullanabileceklerine dair bakış açılarını ve algılarını sınırlandırmaktadır (Kaufman vd., 2016).

Little-C: 4C hiyerarşisinin bir sonraki düzeyi olan little-c, bireyin günlük hayatta başkaları tarafından özgün ve anlamlı olarak kabul edilen yaratıcı eylem veya katkılarını ifade etmektedir (Kaufman ve Beghetto, 2023). Örneğin bir aşçının yemek tarifine, çevresi tarafından beğenilen bir değişiklik eklemesi, bir öğrencinin sınıfta tartışılan matematik probleminin çözümünde sıra dışı bir yol önermesi veya bir sınıf öğretmenin öğrencilerde anlamayı kolaylaştıracak yaratıcı bir ders planı geliştirmesi günlük hayatta karşılaşılabilecek yaratıcılık örneklerindendir (Kaufman vd., 2016). Beghetto (2019)'ya göre mini-C düzeyinde yaratıcılar, bu düzeydeki fikirlerini başkalarıyla paylaştıklarında aldıkları geri bildirimlerle fikirlerini geliştirerek little-c düzeyine ulaşma imkânı bulabilmektedirler. Bu nedenle eğitim ortamlarında little-c, öğrencilerin akademik konuları öğrenmelerinin yanında yaratıcılıklarını geliştirmelerine de yardımcı olan ulaşılabilir bir hedef olarak değerlendirilmektedir (Kaufman vd., 2016). Örneğin bir fen bilimleri öğretmeni, öğrencilerini özgün ve göreve uygun bir araştırma projesi yürütmeye teşvik ederek; bir sosyal bilgiler öğretmeni ise kendi toplumları hakkında orijinal ve anlamlı bir tarih projesi yazmalarına yardımcı olarak little-c düzeyinde bir yaratıcılık sergilemelerine katkı sağlayabilmektedir (Kaufman vd., 2016).

Pro-C: 4C hiyerarşisinin bir sonraki düzeyi olan Pro-C, belirli bir disiplin ya da çalışma alanındaki uzmanlar tarafından tanınan profesyonel düzeydeki yaratıcılığı ifade etmektedir (Kaufman ve Beghetto, 2009). Örneğin bir bilim insanının, hakemli dergilerde yayımlanan makaleleri veya bir mimarın tasarlamış olduğu bina ve yapılar Pro-C düzeyinde sergilenen yaratıcılık örneklerindendir (Beghetto, 2019). Little-C düzeyindeki bir yaratıcılığın Pro-C düzeyine erişebilmesi için belirli bir alanda uzun süreli çalışma, eğitim ve yoğun pratik gerekmektedir. Bu düzeyden sonra birey çalıştığı alanı değiştirme, dönüştürme ve geliştirme gibi alana özgü yaratıcı katkılar sağlayabilmektedir (Kaufman ve Beghetto, 2023). Beghetto (2019)'ya göre Pro-C düzeyindeki yaratıcılık örnekleri sınıf ortamlarında öğrencilere belirli bir alanda uzmanlaşabilmeleri için ilham kaynağı olarak kullanılabilir. Örneğin belirli bir alanda çalışan yaratıcı bireyler sınıfa davet edilerek öğrencilerin o alana dair izleyebilecekleri yollar, çalışma koşulları ve yararlanabilecekleri fırsatlar gibi konularda farkındalık kazanmaları sağlanabilmektedir.

Big-C: Hiyerarşinin en üst basamağını oluşturan Big-C, hem çalışılan alanda hem de dünya çapında büyük etkilere sahip olan yaratıcı başarıları ifade etmektedir. Bu başarılar, yaratıcı kişi öldükten sonra bile insanları etkilemeye ve önemli görülmeye devam etmektedir (Kaufman ve Beghetto, 2023). Örneğin William Shakespeare'ın oyunları, Frido Kahlo'nun resimleri, Wright Kardeşlerin motorlu uçağı icat etmesi, Albert Einstein'ın görelilik teorisini formüle etmesi bunlardan bazılarıdır. Beghetto (2009)'ya göre eğitim bağlamında düşünüldüğünde Big-C de tıpkı Pro-C gibi öğrenciler açısından bir motivasyon ve ilham kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir. Bunun için öğretmenlerin işledikleri derslere ve konu içeriklerine Big-C düzeyindeki yaratıcılık örneklerini ve bu düzeydeki bireylerin biyografilerini entegre etmeleri önerilmektedir. Böylece öğrencilerin matematik, fen, edebiyat, sanat gibi farklı alanlarda çığır açan bir yaratıcılık sergileyebilmek için nelerin gerekli olduğu, ne tür fırsat ve engellerle karşılaşılacağı gibi konularda farkındalık kazanmaları sağlanabilmektedir.

Sonuç olarak 4C Modeli, mini-c, little-c, Pro-C ve Big-C olmak üzere yaratıcılığın gelişimsel ilerleyişini ortaya koyan bir modeldir. Küçük yaş grupları için özellikle mini-c ve little-c'nin, sınıf ortamında yaratıcılığın desteklenmesinde kullanılabilecek düzeyler olduğu düşünülmektedir (Beghetto, 2019; Kaufman vd. 2016). Beghetto (2019)'ya göre mini-c'nin little-c'ye dönüşebilmesi için öğrencilere sahip oldukları fikir ve bakış açılarını dile getirebilecekleri fırsatların verilmesi ve yapıcı geri bildirimlerin sunulması gerekmektedir. Örneğin öğrencilerin bir konuya dair fikir ve içgörülerini anlamaya çalışmak, onları yargılamadan dinlemek, sorularla yaratıcı düşünmeye teşvik etmek, düşünme ve kendilerini ifade etmeleri için zaman vermek, yapıcı geri bildirimlerde bulunmak mini-c boyutunda olan gizil yaratıcı deneyimlerin açığa çıkmasını sağlamaktadır. Kaufman vd. (2016)'ne göre ise derslerde yaratıcı düşünme tekniklerinden yararlanmak, farklı yollarla öğrencilerin iç görülerini ve deneyimlerini yansıtmaya fırsatı sunmak (örn. çizim yapma, deney tasarlama, ürün geliştirme vb.), araştırma ve keşfetmeye teşvik etmek, içsel motivasyonlarını desteklemek, öğrenme çevresini düzenlemek gibi faaliyetler little-c'nin sınıf ortamında desteklenebileceği yollardan bazılarıdır.

2.5.2.4. Yaratıcılığın Yatırım Modeli

Sternberg ve Lubart (1991; 1999)'ın ortaya attığı Yaratıcılığın Yatırım Modeli alana özgü yaratıcılığı temsil eden yaratıcılık modellerinden biridir. Yaratıcılığı finansal pazara

benzeten araştırmacılar yaratıcı bireyleri de bir malı ucuz maliyete alıp pahalıya satan kişilere benzetmişlerdir. Fakat modelde alınıp satılan şey fikirlerdir. Modele göre yaratıcı bireyler başkaları tarafından bilinmeyen ya da beğenilmeyen fakat büyük potansiyel taşıyan fikirleri takip ederek düşük maliyete satın alırlar. Bu fikirler ilk sunulduğunda sıklıkla reddedilmekte veya direnç gösterilmektedir. Ancak yaratıcı birey bu dirence rağmen fikir üzerinde çalışmaya devam eder ve nihayetinde fikri pahalıya satar. Diğer insanlar bu fikirle ilgilenirken yaratıcı birey popüler olmayan yeni fikirlere yönelir ve yoluna devam eder.

Sternberg vd. (1997)'ne göre yaratıcılık; zihinsel yetenekler, bilgi, düşünme stilleri, kişilik, motivasyon ve çevre olmak üzere altı kaynağın birleşimiyle ortaya çıkmaktadır. Bu kaynaklardan ilki olan zihinsel yetenekler sentetik, analitik ve pratik yeteneklerden oluşmaktadır. Sentetik yeteneklerin amacı yeni, nitelikli ve amaca uygun fikirler üretmek için problemleri yeni ve farklı açılardan görerek sıradan düşünmenin dışına çıkmaktır. Analitik yeteneklerin amacı kişinin kendi fikirlerinin değerini yargılayarak hangi fikirlerinin peşinden gitmeye değer olduğuna karar verebilmesidir. Pratik yeteneklerin amacı ise kişinin gördüğü dirence rağmen başkalarını ikna ederek fikrini satabilmesidir. Sternberg vd. (1996)'ne göre bu yeteneklerin bileşkesi tek başına var olmalarından daha önemlidir. Çünkü tek başına analitik beceri güçlü bir eleştirel düşünme sonucu yaratıcılığı engelleyebilir. Tek başına sentetik beceri yaratıcı fikir üretilse de analiz edilemediği için yarar getirmeyebilir. Tek başına pratik beceri ise fikirlerin pazarlanmasını sağlayabilir ancak bu, fikirlerin iyi olmasından değil iyi sunulmasından kaynaklanabilir.

Yatırım Modeli'nin bir diğer bileşenini bilgi oluşturmaktadır. Sternberg ve O'Hara (1999)'ya göre bireyin çalıştığı disiplini, sunduğu katkılarla ilerletebilmesi için disiplin ve çalıştığı konular hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Birey çalıştığı disiplinin mevcut konumundan haberdar değilse ve çalıştığı konulara dair bilgi eksikliği varsa disiplini ilerletemez veya farklı yönlerde taşıyamaz. Öte yandan bilgi, modelde iki ucu keskin bir kılıca benzetilmektedir. Öyle ki birey bilgiye sahip oldukça gördüğü şeylere o kadar alışabilir ki onları başka şekillerde görmekte veya hayal etmekte zorlanabilir. Yani uzman, bilgi uğruna esnekliği feda ederek yaratıcılığı engelleyebilir.

Sternberg vd. (1997)'ne göre Yatırım Modeli'nin bir diğer bileşeni düşünme stilleridir. Düşünme stilleri kişinin kendi seçtiği yeni yollarla düşünme tercihidir. Bireyin yaratıcı olabilmesi için yaratıcı düşünme tarzını sevmesi ve kendi seçtiği yeni yollarla düşünmeyi

istememesi gerekmektedir. Aksi takdirde yetenek olsa bile sonuca ulaşamayabilir. Yani modele göre düşünme stili bir yetenek değil, bu yeteneği kişinin kullanıp kullanmayacağına dair tercihleridir.

Yatırım Modeli'nin bir diğer bileşeni kişilik özellikleridir. Zhang ve Sternberg (2011)'e göre yaratıcılık için kişinin engelleri aşmaya, makul riskler almaya ve büyümeye istekli olması, belirsizliğe karşı toleranslı olması, yeni deneyimlere açık olması ve yaptığı şeye inanması gerekmektedir. Çünkü yaratıcı insanların hepsi fikirleri ucuza alıp pahalıya satarken direnç ve engellerle karşılaşır. Bu engellerin üstesinden gelebilmeleri için karşıt düşüncelerle mücadele etmeleri ve sebat göstermeleri gerekmektedir. Bunun için de geleneklere karşı gelebilecek isteğe ve kişilik özelliklerine sahip olmalıdırlar.

Modele göre yaratıcılığa kaynaklık eden bir diğer bileşen motivasyondur. Kişinin sergilediği çaba sonucu başarılı olabilmesi için içsel görev motivasyonuna sahip olması gerekmektedir (Sternberg vd., 1997). Çünkü insanlar yaptıkları işi sevmedikleri zaman veya ödül için yaptıklarında çoğu zaman ortaya yaratıcı ürünler koyamamaktadırlar (Zhang ve Sternberg, 2011). Diğer bir deyişle disipline yön veren veya büyük etkiye sahip yaratıcı ürünler, içsel doyumun sağlandığı işler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ilgi duyduğu alanda çalışan insanlar diğer insanlardan daha yaratıcı ürünler ortaya koyabilmektedirler (Sak, 2014).

Model'e göre yaratıcılığa kaynaklık eden son bileşen çevre bileşenidir (Sternberg vd., 1997). Zhang ve Sternberg (2011)'e göre birey yaratıcılığını sergileyebilmek için tüm içsel kaynaklara sahip olsa bile yaratıcı fikirleri destekleyen bir çevre olmadan bu fikirler asla sergilenemeyebilir. Modelde çevre ile kastedilen, okul, iş yeri, aile, sosyal ortamlar, çalışılan disiplin, ülkeler, toplumlar veya dünya gibi sosyal bağlamlardır (Sak, 2014). Fikirleri destekleyici ve teşvik edici bir çevre yaratıcı fikirlerin kıvılcımlanmasına, beslenmesine ve serbest kalmasına olanak sağlayabilmektedir (Zhang ve Sternberg, 2011). Ancak içinde bulunulan çevre çoğu zaman destekleyici olmamaktadır. Fikirlerle getirilen eleştiriler veya olumsuz tutumlar birey için küçük engeller olabilirken; hayatının tehdit edilmesi gibi engeller büyük engellerdir (Sak, 2014). Bu durumda kişinin zorluklar karşısında nasıl devam edeceğine karar vermesi gerekmektedir (Zhang ve Sternberg, 2011). Birey, ya topluma yön vermek için mücadele etmekte ya da yaratıcılığını bastırarak örtbas etmektedir (Sak, 2014).

Zhang ve Sternberg (2011)'e göre yaratıcılığın ortaya çıkabilmesi için bu altı bileşenin bir araya gelmesi gerekmektedir. Hatta yaratıcılık, bu bileşenlerin tek tek birleşiminden daha fazlasıdır. Öte yandan yaratıcılığın sergilenmesinde her bir bileşen her zaman eşit düzeyde bulunmak zorunda değildir. Örneğin belirsizliğe karşı tolerans gibi kişilik özellikleri kısa vadeli süreçlerdense uzun vadeli süreçlerde daha önemlidir. Modele göre bileşenler arasındaki etkileşimler de doğrusal olmak zorunda değildir. Örneğin bireyin düşünme stilleri yaratıcılığa ne kadar yatkın olursa olsun asgari düzeyde zihinsel yetenekler olmadan yaratıcılığın sergilenmesi olası görünmemektedir.

2.5.2.5. Yaratıcılığın Sistemler Modeli

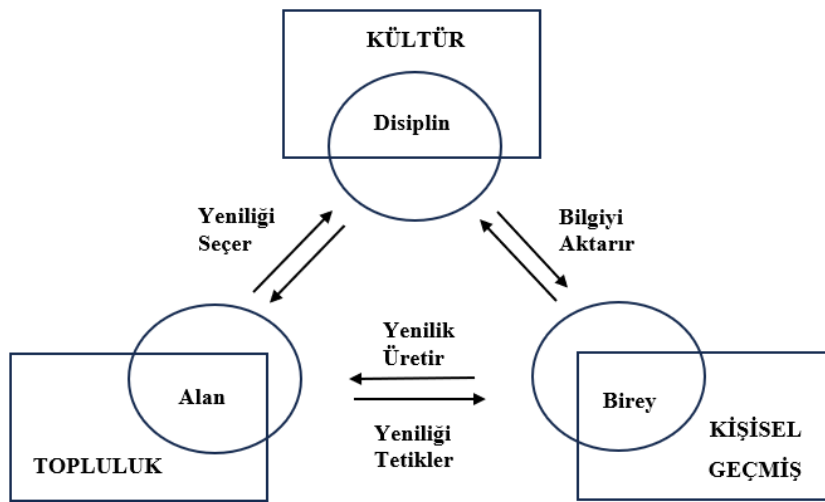
Yaratıcılığı alana özgü perspektifle ele alan modellerden bir diğeri Csikszentmihalyi (1996; 1999; 2014)'nin Sistemler Modelidir. Csikszentmihalyi (1996) "*Yaratıcılık nedir?*" sorusundan ziyade "*yaratıcılık nerededir?*" sorusuna odaklanarak yaratıcılığın yalnızca bireyin zihninde değil, ait olduğu disiplinin sosyal ve kültürel bağlamındaki etkileşiminde de olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çünkü üretilen fikir ya da ürünlerin değeri ancak sosyal ve kültürel bağlamda yapılan değerlendirmeler, kıyaslamalar veya standartlarla bilinebilmektedir. Bu noktadan hareketle yaratıcılığı, bireyin ürettiği fikirlerle sosyokültürel bağlamın etkileşimine dayandırdığı Sistemler Modeli ile açıklamaktadır.

Csikszentmihalyi (1996; 2014)'ye göre yaratıcılık; disiplin, alan ve birey olmak üzere üç ana unsurun karşılıklı etkileşimleriyle ortaya çıkmaktadır. Bu unsurlar birleşerek sistemi oluşturmaktadır. Sistemdeki unsurlardan ilki; sembolik kurallardan, prosedürlerden, yaklaşımlardan ve teorilerden oluşan "disiplin"dir. Örneğin fizik bir disiplindir ve içinde termodinamik, katı hâl fiziği, manyetizma gibi alt disiplinleri de barındırmaktadır. Modele göre her disiplinin kendine özgü bir kültürü ve ortak bilgisi bulunmaktadır (Csikszentmihalyi, 1999). Csikszentmihalyi (1996)'ye göre sistemi oluşturan unsurlardan ikincisi "alan"dır. İçinde; disiplinin çalışanlarını, uzmanlarını ve karar vericilerini bulundurmaktadır. Bu kişiler üretilen fikir veya ürünün disipline dahil edilip edilmeyeceğine karar verirler. Örneğin görsel sanatlar alanında sanat eleştirmenleri, sanat öğretmenleri, müze yöneticileri, galeri yöneticileri, sanatla ilgilenen kurum yöneticileri gibi kişiler alanda yer alan disiplin çalışanlarını temsil etmektedir. Sistemi oluşturan unsurlardan üçüncüsü ise "birey"dir (Csikszentmihalyi, 1999). Csikszentmihalyi (1996)'ye göre yaratıcılık, bireyin disiplindeki sembolleri kullanarak ürettiği yeniliğin,

alan uzmanları tarafından disipline kabul edilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Sonraki kuşaklar disipline dahil olan bu yeniliği gördüklerinde eğer yaratıcı iseler onu değiştirerek daha da geliştirebilmektedirler. Yaratıcılık bazen yeni bir disiplinin kurulmasını da gerektirebilmektedir. Örneğin deneysel fiziği Galileo'nun başlattığı düşünülmektedir. Csikszentmihalyi (1999)'nin ortaya koyduğu Sistemler Modeli'nin görseli Şekil 2.3'te yer almaktadır.

Şekil 2.3.

Yaratıcılığın Sistemler Modeli



Kaynak: Csikszentmihalyi, 1999, s. 315.

Csikszentmihalyi (1996), ortaya koyduğu modellerle birlikte yaratıcılığı, mevcut bir disiplini değiştiren veya yeni bir disipline dönüştüren fikir, eylem veya ürünler olarak tanımlamaktadır. Yaratıcı birey de ortaya koyduğu fikir ve ürünlerle bir disiplini değiştiren veya yeni bir disiplin oluşturan kişidir. Ancak bir disiplin, alan sorumlularının açık veya örtük onayı olmadan değiştirilememektedir.

Csikszentmihalyi (1996)'ye göre bir bireyin belli bir disiplinde yaratıcı olabilmesi için o disipline maruz kalması gerekmektedir. Örneğin bir çocuk, büyük bir matematiksel yeteneğe sahip olsa bile o disiplinin işlemlerini, kurallarını veya prosedürlerini öğrenmeden matematiğe katkı sağlayamamaktadır. Öte yandan kurallar veya işlemler öğrenilse bile ortaya konulan yeniliği tanıyan bir alanın yokluğu da yaratıcılığın sergilenmesine engel olmaktadır. Çünkü bir çocuk doğru kitapları veya mentörleri bularak da matematiği öğrenebilir ancak bulduğu yenilik, öğretmenler veya uzmanlar tarafından tanınmadığı sürece disipline fark yaratamamaktadır. Bu nedenle

Csikszentmihalyi (1999) küçük yaşlardan itibaren zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının (örn. bilgisayar destekli öğretim, müze ziyareti, ilgi çekici kitaplar, müzik enstrümanları vb.) öğretmen, alan uzmanı veya mentörler aracılığıyla sunularak çocuklarda yaratıcılığın desteklenebileceğini savunmaktadır.

Sonuç olarak Csikszentmihalyi (1999)'ye göre yaratıcılık yalnızca bireyin ne kadar zeki veya yetenekli olduğuyla değil, bireyin disiplindeki sembollere, bilgilere, kurallara ve işlemlere ne kadar ulaşabildiğiyle ve sosyal sistemin yeniliklere ve değişimlere ne kadar duyarlı olduğuyla ilişkili bir kavramdır. Bu nedenle yaratıcılıkta yalnızca bireyin sıra dışı özelliklerine odaklanmak yerine bireyi besleyebilecek bağlamlara odaklanmak daha üretken sonuçların ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır.

2.5.2.6. Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli

Amabile (1983a; 1983b)'ın sosyal psikoloji üzerine yaptığı çalışmalarla ortaya koyduğu Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli alana özgü yaratıcılık modellerinin en bilinen örneklerinden birini oluşturmaktadır. Modele göre yaratıcılık; alana özgü beceriler, yaratıcılıkla ilişkili beceriler ve görev motivasyonu olmak üzere üç bileşenin etkileşimi ile ortaya çıkmaktadır. Amabile (1983b)'a göre *alana özgü beceriler*, çalışma alanı ile ilgili sahip olunan bilgi, teknik beceriler ve özel yetenekleri kapsamaktadır. Bireyin çalıştığı alandaki problemleri çözebilmesi için öncelikle o alana dair bilgi sahibi olması ve var olan ilkelere, görüşlere, kuramlara, yaklaşımlara aşina olması gerekmektedir. Örneğin nükleer fizik alanında bilgi sahibi olmayan bir bireyin bu alanda yaratıcılık sergilemesi beklenmemektedir. Öte yandan alandaki bilginin pratik edilebilmesi için teknik becerilere de ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin kimya alanında yürütülen bir çalışma, laboratuvar tekniklerinin bilinmesini ve kullanılmasını gerektirebilmektedir. Özel yetenekler ise bireyin sergileyeceği yaratıcılık sürecinde destekleyici bir rol üstlenmektedir. Örneğin bir bestecinin müzik kulağı tüm enstrümanları hayalinde eş zamanlı duyabilmesine olanak sağlayabilmektedir. Bu nedenle modelde yer alan alana özgü beceriler bireyin süreç boyunca yararlanabileceği doğuştan gelen veya eğitimle desteklenen yaratıcılığın ham maddelerine benzetilmektedir (Amabile, 2013).

Amabile (2013)'a göre modelin diğer bileşenini *yaratıcılıkla ilişkili beceriler* oluşturmaktadır. Bu beceriler, bireylerin problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşabilmelerini sağlayan düşünme stillerini, risk alma, belirsizliğe karşı tolerans gösterme, bağımsızlığa yatkınlık, disiplinli çalışma gibi kişilik özelliklerini ve fikir

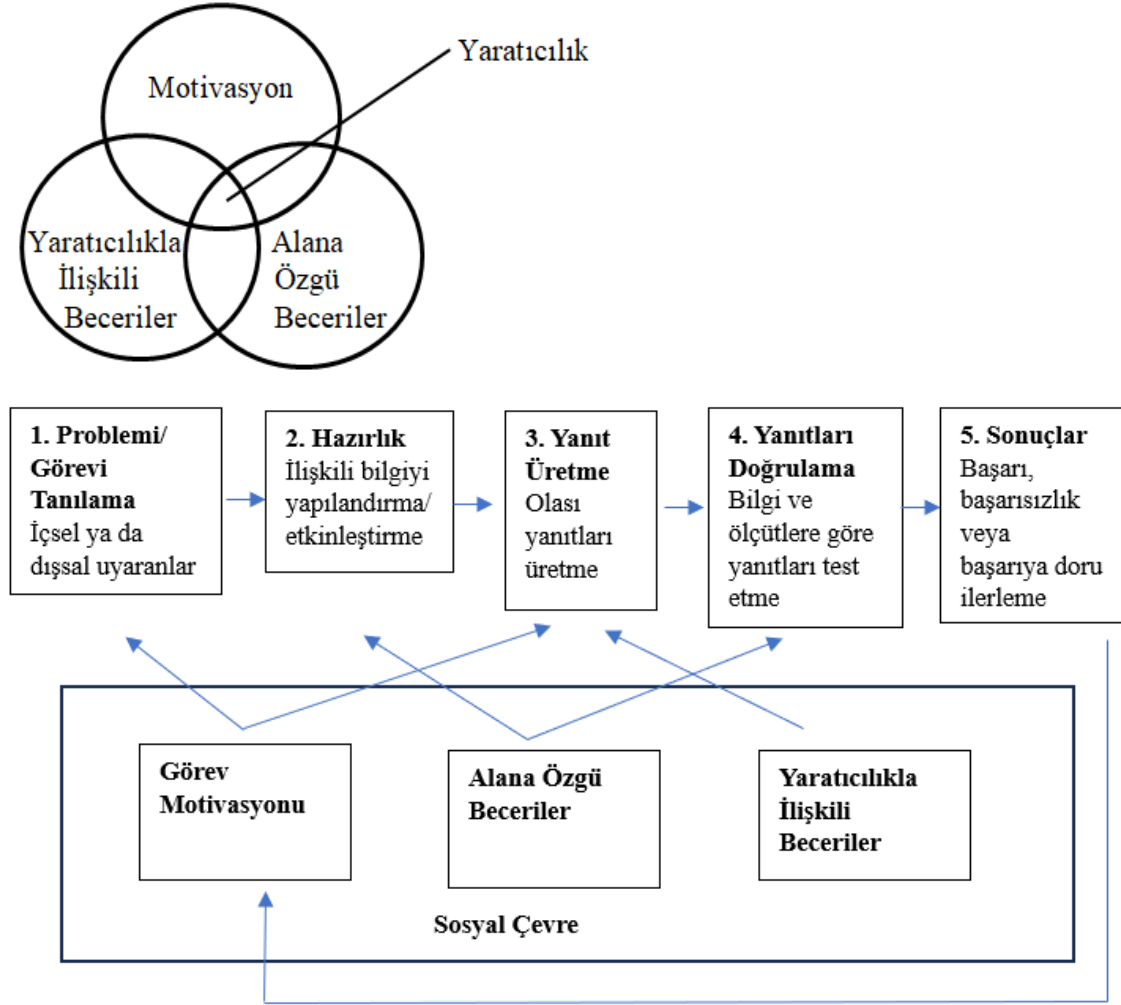
üretebilme yeteneklerini kapsamaktadır. Bu yetenekler aynı zamanda bilgiyi sentezlemek için esnek ve zengin kategoriler kullanma ve algısal sınırların dışına çıkma gibi becerileri de içermektedir. Amabile (1983b)'a göre bu beceriler aynı probleme ilişkin benzer bilgi ve motivasyon düzeyine sahip öğrencilerde fark yaratan becerilerdir. Çünkü yaratıcılığa ilişkin becerilerin eksikliğinde uygun motivasyon düzeyi ve yeterli alan bilgisi mevcutsa bile ortaya çıkan performans “yeterli” veya “kabul edilebilir” düzeyde olmaktadır. Amabile (1988)'a göre bu beceriler aynı zamanda bireylere eğitim aracılığıyla da kazandırılabilir. Örneğin sadece beyin fırtınası, sinektik gibi tekniklerle fikir üretme deneyimi sağlandığında bile birey yaratıcı düşünme için kendi stratejilerini geliştirebilmektedir.

Amabile (2013)'a göre modelin bir diğer bileşeni *görev motivasyonudur*. İçsel ve dışsal motivasyon olarak ikiye ayırdığı bu bileşende içsel motivasyon bir tutkudur. Ödül, teftiş, değerlendirme, rekabet gibi dışsal motivasyonlardan ziyade içsel motivasyon bireyin sunulan görevi ilginç, ilgi çekici, uygun düzeyde zorlayıcı ve tatmin edici bulması sebebiyle gösterdiği istek ve problem çözme motivasyonunu tarif etmektedir. İçsel motivasyon Bağlamsal Yaratıcılık Modelinin temel ilkelerinden biridir. Çünkü insanlar öncelikle yaptıkları işin kendisine duydukları ilgi, keyif, tatmin ve zorlanma sebebiyle motive olduklarında en yaratıcı ürünlerini ortaya koymaktadırlar. Amabile (1983b)'a göre bireyde bulunan içsel motivasyon çevresel destekleyici ve kısıtlayıcılardan da etkilenebilmektedir. Örneğin ödül, teftiş, denetim gibi dışsal motivasyonların varlığında içsel motivasyon düşebilmektedir. Öğrenci bir aktiviteyi tatsız veya sıkıcı bulduğunda da içsel bir motivasyon göstermeyecektir. Ancak başka bir aktiviteyi eğlenceli ve teşvik edici bulduğunda içsel motivasyonu yükselecektir. Burada önemli olan dışsal destekleyici veya kısıtlayıcıların yaratıcılık için gerekli olan içsel motivasyonun doğal durumunu nasıl etkilediğidir.

Amabile (1983b; 2013)'a göre modelde yer alan bileşenlerin düzeyi kişinin yaratıcılık performansını belirlemekle birlikte herhangi birinin eksikliği yaratıcılığın ortaya çıkmasını engellemektedir. Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli'nin şekilsel gösterimi ve içeriği Şekil 2.4. ve Tablo 2.3.'te yer almaktadır.

Şekil 2.4.

Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli



Kaynak: Amabile, 1983b, s.367.; Amabile, 2013, s.559.

Tablo 2.3.

Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modelinin Bileşenleri

Alana Özgü Beceriler	Yaratıcılıkla İlişkili Beceriler	Görev Motivasyonu
İçeriği - Alan bilgisi, - Teknik beceriler, - Alana özgü özel yetenekler Etkilendikleri - Doğuştan gelen bilişsel yetenekler, - Algısal ve motor yetenekler, - Formal ve informal eğitim	İçeriği - Uygun bilişsel stil ve çalışma stili - Yeni fikirler üretmeye yönelik sezgisel bilgi Etkilendikleri - Öğretim ve pratik - Fikir üretme deneyimi, - Kişilik özellikleri	İçeriği - Göreve yönelik tutum, - Görev almaya yönelik içsel motivasyon algısı Etkilendikleri - Göreve yönelik temel içsel motivasyon düzeyi, - Sosyal çevredeki dışsal destekleyici veya kısıtlayıcılar - Dışsal kısıtlayıcıları bilişsel olarak minimize etme yeteneği,

Kaynak: Amabile, 1983b, s.362.

Amabile (2013) ilerleyen yıllarda modelde yer alan bileşenlere sosyal çevre bileşenini de eklemiştir. Tüm bu bileşenlerin etkileşiminden doğan yaratım süreci; problemi tanımlama, analiz etme, problem ile ilgili bilgi toplama, beceriler geliştirme, fikirler üretme, seçilen çözümü test etme, değerlendirme ve sosyal çevreyle paylaşma gibi alt süreçlerden oluşmaktadır. Modelin diğer modellerden ayrılan en önemli yönlerinden biri bahsedilen yaratım sürecinin, hem birey ve çevreye ait özellikler hem de birey ve çevre arasındaki etkileşimler ile kapsamlı bir şekilde açıklanması olmuştur (Lubart, 1999). Dolayısıyla Amabile (2013)'ın ortaya koyduğu yaratıcılık modeli, yaratıcılığın hem alana özgü yapısını ve hem de performansa dayalı gelişim sürecini dikkate alarak güncel yaratıcılık tanımlarını yansıtan bir çerçeve sunmuştur. Bu noktada biyomimikrinin fen alanında da kullanılabilecek disiplinler arası bir yaklaşım olduğu ve yaratıcı bir tasarım süreci gerektirdiği göz önünde bulundurulduğunda Amabile (2013)'ın modelindeki bileşenlerle doğrudan bir benzerlik gösterdiği düşünülmektedir.

2.6. Biyomimikrinin Bir Yaratıcılık Yaklaşımı Olarak Kullanımı

Bilim, mimarlık, mühendislik, sanat gibi birçok alanda var olan tasarım süreci yaratıcılık gerektiren bir süreçtir. Bu süreçte doğa ilk çağlardan bu yana insanlara ilham kaynağı olarak yaratıcı fikirlerin ortaya çıkmasına yardımcı olmuştur. Gelişen teknoloji ve yapılan çalışmalarla birlikte bu süreç günümüzde daha sistematik bir hale gelmiş ve doğa ile kurulan analogiler bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Boğa, 2013).

Kelime anlamı olarak analogi, ilk bakışta birbirine benzemeyen veya aynı kavram altına girmeyen şeyler arasında benzerlik kurarak çıkarım yapma süreci olarak tanımlanmaktadır (Sak, 2014). Çoğu insan günlük yaşantısında karşılaştığı problemleri çözerken bilinçli olarak veya olmadan belli bir düzeye kadar analogilerden yararlanmaktadır (Gordon, 1972). Bu analogilerin sistematik bir şekilde kullanılması ise alışılmışın dışında düşünmeye yardım ederek yaratıcı buluşların ve çözümlerin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır (Sak, 2014). Gordon ve Poze (1980)'un bilinenler ve bilinmeyenler arasında bağ kurma süreci olarak tanımladıkları analogiler yaratıcı düşünmenin öğretilbileceği birer düşünme aracı olarak görülmektedir. Bu noktada doğrudan analogi, kişisel analogi ve sembolik analogi olmak üzere üç tür analoginin varlığından söz edilmektedir (Gordon, 1972). Doğrudan analogi birbiriyle yakından ilişkisi olmayan bilgiler, düşünceler veya nesneler arasında benzeşim kurma mekanizması

olarak tanımlanırken; kişisel analogi kişinin kendisi ile problemin öznesi arasında özdeşim kurarak çıkarım yapmasını ifade etmektedir. Sembolik analogi ise birbiri ile çelişen düşüncelerin veya sözcüklerin bir araya getirilerek alışılmışın dışında sözcük kalıplarının üretilmesidir (Gordon, 1972). Doğrudan analogilerde her türlü analogi kullanımına yer verilse de daha çok doğa ile benzerliklerin kurulduğu doğal analogilerden yararlanılmaktadır (Sak, 2014). Örneğin Sir Marc Brunel'in su altı tüneli tasarımında solucan tünellerinden ilham alması veya George de Mestral'in pıtrak otunun çengelli yapısından ilham alarak cırt cırt bantları icat etmesi doğal analogilere örnek verilmektedir (Runco, 2014). Dolayısıyla biyomimikrinin de doğa ile tasarım arasında doğrudan analogilere imkân veren bir yaratıcılık yaklaşımı olduğu düşünülmektedir.

Boğa (2013)'ya göre biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabilmesi için belli bir düzeyde bilimsel ve teknik bilgiye sahip olunması gerekmektedir. Aksi takdirde üretilen tasarımlar niteliksiz veya yüzeysel kalabilmektedir. Ayrıca öğrenciler biyomimikriyi kullanmak isteseler bile bilgi eksikliklerinden dolayı çekimser davranabilmektedirler. Bu nedenle biyomimikrinin tasarım sürecinde bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabilmesi için öğrencilerin organizmaların yapısı, işleyişi, biyomimikrinin kullanımı, bilimsel süreç becerileri ve doğanın prensipleri hakkında kavramsal ve teknik bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Öte yandan Ngo (2014)'ya göre biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabilmesi için doğadan taklit sürecinde birtakım analogi tekniklerinden yararlanılması gerekmektedir. Bu teknikler üretilen tasarımların yaratıcılığını beslemekte, öğrencilerin çevrelerindeki doğal uyaranları yaratıcı birer tasarım fikri olarak görmelerini sağlamaktadır. Ayrıca doğadan ilham alma sürecinde kendi yaratıcılık becerilerini kullanabilmeleri için sistematik bir yol sunmaktadır. Son olarak Benyus'a göre biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabilmesi için öğrencilerin yaş düzeylerine ve ilgilerine hitap etmesi gerekmektedir. Bu, öğrencilerin biyomimikriyi anlamalarını kolaylaştırarak doğaya karşı meraklarını artırmakta ve sunulan görevlere motive olmalarını sağlamaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Sonuç olarak biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabilmesi için Amabile (1983a)'nın Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modelinde yer alan alana özgü bilgi, yaratıcılıkla ilişkili beceriler ve görev motivasyonu bileşenlerini gerektirdiği görülmektedir.

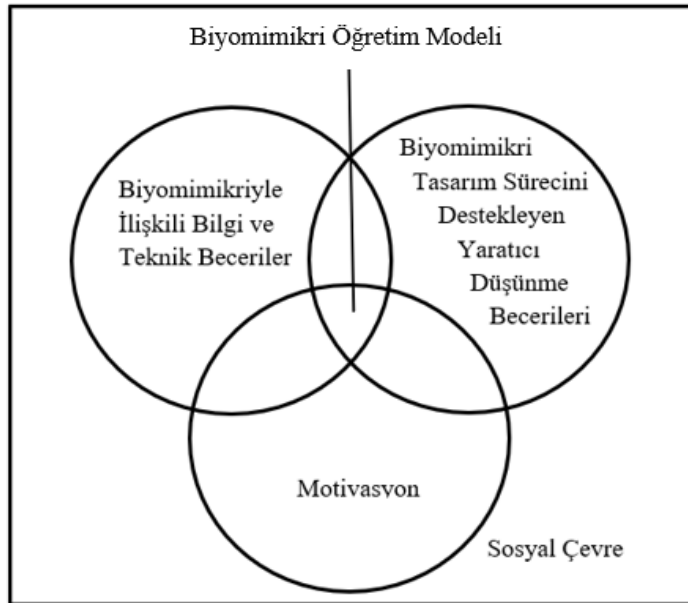
Bu noktadan hareketle ilkokul öğrencileri için geliştirilen Biyomimikri Öğretim Modelinin kuramsal temelini de Amabile’ın Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli oluşturmaktadır. Modeldeki adımların geliştirilmesinde ise öğrencilerin çevrelerindeki canlıları tasarım perspektifi ile keşfetmelerine imkân veren Macnab (2012)’ın Biyolojiden Tasarıma Spiral Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Bu yaklaşıma göre başlangıçta doğadaki canlılar incelenerek elde edilen bilgilerle bir ürün veya problem çözümü ortaya konulmaktadır. Bunun için ise sırasıyla keşfetme, soyutlama, beyin fırtınası, taklit etme ve değerlendirme adımları takip edilmektedir. Bu adımlar geliştirilen modelde öğrencilerin kendi tasarımlarını üretme aşamasında kullanılmaktadır.

2.7. Biyomimikri Öğretim Modeli

Biyomimikri Öğretim Modeli, ilkokul öğrencilerinin biyomimikri üretebilme becerilerinin geliştirilebilmesi amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen bir modeldir. Bu modelde 1) biyomimikriyle ilişkili bilgi ve teknik beceriler, 2) biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri, 3) motivasyon ve 4) sosyal çevre olmak üzere dört temel bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler Şekil 2.5’te gösterilmekte, sahip oldukları alt bileşenler ise Tablo 2.4’te yer almaktadır.

Şekil 2.5.

Biyomimikri Öğretim Modeli’nin Temel Bileşenleri



Tablo 2.4.

Biyomimikri Öğretim Modelinin Alt Bileşenleri

Biyomimikriyle İlişkili Bilgi ve Teknik Beceriler	Biyomimikri Tasarım Sürecini Destekleyen Yaratıcı Düşünme Becerileri	Motivasyon	Sosyal Çevre
- Organizmaların yapısı ve işlevi (yapı-fonksiyon ilişkisi), - Biyomimikri kavramı ve kullanımı - Bilimsel süreç becerileri, - Doğanın prensipleri	- Beyin fırtınası, - Analogilerle Öğretim Stratejisi, - Sinektik	- Basit dil kullanımı, - İlgi çekici biyomimikri örnekleri, - Canlıların makroskobik yapılarına odaklanma	- Üretilen tasarımları sınıf ortamında paylaşma - Paylaşılan ürünleri belirli ölçütlere göre değerlendirme

Modelde yer alan ilk bileşen biyomimikriyle ilişkili bilgi ve teknik beceriler bileşenidir. Bu bileşen Amabile (1983a; 1983b)'ın Bağlamsal Yaratıcılık Modeli'nde yer alan alana özgü beceriler bileşenine dayalı olarak geliştirilmiştir. Amabile, bireylerin belli bir alanda yaratıcı ürün veya performans ortaya koyabilmeleri için o alana özgü bilgi ve becerilere sahip olmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Bu noktada yapılan çalışmada öğrencilerin süreç sonunda biyomimikriye dayalı tasarımlar üretmeleri beklendiği için organizmaların yapısı ve işlevi, biyomimikrinin kullanımı, bilimsel süreç becerileri ve doğanın prensipleri gibi biyomimikriye dayalı konularda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Bu nedenle modelde yer alan Biyomimikriyle İlişkili Bilgi ve Teknik Beceriler bileşeni öğrencilere bu becerilerin kazandırılmasını hedeflemektedir.

Modelde yer alan bir diğer bileşen biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri bileşenidir. Bu bileşen Amabile (1983a; 2013)'ın modelinde yer alan yaratıcılık ile ilişkili beceriler bileşenine benzerlik göstermektedir. Amabile, ortaya konulan fikir veya ürünlerin yaratıcı olabilmesi için bireylerin problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşmalarını, çok sayıda fikir üretmelerini, uygun bilişsel stil ve çalışma stiline sahip olmalarını, yeterli pratik ve fikir üretme deneyimine sahip olmalarını önemsemektedir. Bu nedenle öğrencilere biyomimikri tasarım sürecinde gerekli olan bu becerilerin kazandırılabilmesi için beyin fırtınası, analogilerle öğretim ve sinektik gibi biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme tekniklerine yer verilmektedir.

Modelde yer alan bir diğer bileşen motivasyon bileşenidir. Amabile (2013) bireylerin ortaya yaratıcı bir fikir veya ürün koyabilmeleri için verilen görevlerin ilgi çekici, kendilerini tatmin eden ve uygun düzeyde zorlayan bir yapıda olmasına vurgu

yapmaktadır. Çünkü görevlerin bu özelliklere sahip olması bireylerin doğrudan içsel motivasyonlarına hitap ederek süreçten zevk almalarına, göreve olan bağlılıklarını sürdürmelerine ve sebat göstermelerine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle geliştirilen Biyomimikri Öğretim Modelinde de öğrencilerin sürece bağlılıklarının sürdürülebilmesi için yaş düzeylerine ve ilgilerine hitap eden motivasyon bileşenine yer verilmektedir.

Modelde yer alan son bileşen sosyal çevre bileşenidir. Birçok araştırmacıya göre bireylerin ortaya koydukları ürün veya performansların yaratıcı olarak nitelendirilebilmesi için sosyal çevre tarafından kabul görmesi gerekmektedir (Sternberg ve Lubart, 1996). Diğer bir deyişle ortaya konulan ürün ya da performansın yaratıcı olup olmadığı içinde bulunan çevrenin verdiği değere göre belirlenmektedir (Lubart, 1999). Öte yandan Amabile (2013)'a göre ise içinde bulunulan çevre ortaya konulan ürün ya da performansın yaratıcılığını etkilemektedir. Öyle ki stres ve engellerin yoğun olduğu, aşırı eleştirel ve zaman baskısının fazla hissedildiği ortamlarda yaratıcılık düşebilirken; fikirlerin açık bir şekilde ifade edilebildiği, teşvik edici ortamlarda yaratıcılık yükselebilmektedir. Bu nedenle Biyomimikri Öğretim Modelinde öğrencilerin ürünlerini sınıf ortamında paylaştıkları sosyal çevre bileşenine yer verilmektedir. Modelde yer alan bu bileşenler ilerleyen bölümlerde daha detaylı açıklanmaktadır.

2.7.1. Biyomimikriyle ilişkili bilgi ve teknik beceriler

Öğrencilerin biyomimikriye dayalı tasarım sürecinde ihtiyaç duyacakları alana özgü bilgi ve teknik becerilerin kazandırılmasını hedefleyen bu bileşende organizmaların yapısı ve işlevi, biyomimikri kavramı ve kullanımı, bilimsel süreç becerileri ve doğanın prensipleri gibi çeşitli alt bileşenler yer almaktadır.

2.7.1.1. Organizmaların yapısı ve işlevi (yapı-fonksiyon ilişkisi)

Organizmalarda yapı ve işlev kavramı, canlıların sahip oldukları stratejiler ile potansiyel tasarım çözümleri arasında köprü görevi gören temel bir kavramdır (Baumeister vd., 2013). Biyomimikriyi, önüne -biyo ekini alan diğer disiplin alanlarından ayıran kavram da yine işlev kavramıdır (Biomimicry Institute, 2017). Çünkü biyomimikri, canlıların görsel niteliklerini doğrudan kopyalamaktan veya canlıları doğrudan tasarımın bir parçası olarak kullanmaktan ziyade canlılardaki yapıların belirli işlevleri yerine getirmek için oynadıkları rollerden öğrenmeye dayanmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Bu nedenle öğrencilerin biyomimikriyi anlayabilmeleri ve tasarım çözümlerinde

kullanabilmeleri için öğrenmeleri gereken öncelikli kavramlardan biri işlev kavramıdır (Benyus, 1997).

Basitçe işlev kavramı, bir şeyin amacı olarak tanımlanmaktadır. Biyomimikri bağlamında ise organizmaların hayatta kalmalarını sağlayan özelliklerin veya davranışların oynadıkları rolleri ifade etmektedir (Baumeister vd., 2013). Daha da önemlisi bireylerin tasarım çözümleriyle gerçekleştirmek istedikleri hedefleri tanımlamaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Strateji kavramı ise organizmaların hayatta kalmalarını ve belirli işlevleri yerine getirmelerini sağlayan özellikleri, mekanizmaları veya süreçleri ifade etmektedir (Benyus, 1997). Dolayısıyla organizmalar işlevsel ihtiyaçlarını karşılayabilmek için biyolojik stratejilerden yararlanmaktadırlar. Örneğin kutup ayısını sıcak tutmak kutup ayısı kürkünün bir işlevidir, kürkün özellikleri ise ısıyı soğuk ve ıslak ortamlarda yalıtım ve korumak üzere kutup ayısının sahip olduğu bir stratejidir (Biomimicry Institute, 2017). Benzer şekilde bir salyangoz vücudunun sert kabuğu organizmanın sahip olduğu bir strateji iken; hayatta kalmak için yırtıcılardan korunması bu stratejiye bağlı olarak gerçekleştirilen işlevdir (Çoban, 2019). Dolayısıyla bir kutup ayısı kürkünün nasıl çalıştığını incelemek dış giyim, binalar veya diğer insan ihtiyaçlarının karşılanmasında daha iyi bir yalıtımın nasıl yapılabileceğine dair yol gösterirken; salyangoz kabuğunun sert yapısı bisiklet kaskı tasarımı gibi teknolojik ürünlerin geliştirilmesinde fikir sunabilmektedir (Biomimicry Institute, 2017; Çoban, 2019). Bu süreç küçük yaş gruplarındaki öğrenciler için anlaşılması zor gibi görünse de anlamayı kolaylaştırmak için strateji kavramı organizmaların yapılarıyla ilişkilendirilerek verilebilmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Örneğin *“pıtrak otunun tohumları, çengelli dikenleri sayesinde çoraplarımıza veya hayvanların tüylerine yapışabilir”* ifadesi öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırabilmektedir. İşlev kavramı da bu yapılara sahip olmanın amacı veya avantajı olarak tanımlanabilmektedir (Çoban, 2019). Öğrenciler organizmaların işlevlerini bu tür yapılara sahip olmanın avantajlarına bağladıklarında, strateji ve işlev arasındaki ilişkiyi kavrayabilmektedirler (Çoban, 2019).

Biyomimikri Enstitüsü Raporu (2017)’na göre öğrencilerin yapı ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi anlayabilmeleri için çeşitli yollar bulunmaktadır. Örneğin öğrencileri dışarı çıkararak canlılara daha yakından bakmalarını sağlamak, farklı organizmaların özelliklerini ve davranışlarını fark etmelerine yardımcı olmak, gözlemledikleri stratejilerin organizma için ne gibi yararları olduğunu sorgulatmak ve cevap

oluşturmalarını sağlamak, keşfedilen biyolojik işlev ile olası teknolojik uygulamalar arasında bağ kurmaya yönlendirmek bu yollardan bazılarıdır. Öte yandan canlıların gözle görülebilir içsel ve dışsal yapılarına odaklanılarak hem disipline ait temel bir kavram olarak hem de disiplinler arası kesişen bir kavram olarak öğretilmesi önerilen bir başka yoldur (NGSS, 2013a; 2013b). Bu noktadan hareketle Biyomimikri Öğretim Modelinde de yapı ve fonksiyon ilişkisi önerilen yollar dikkate alınarak ders planlarına dahil edilmektedir.

2.7.1.2. Biyomimikri kavramı ve kullanımı

Biyomimikrinin altında yatan temel kavramlardan bir diğeri insanların doğanın bir parçası olduğu ve diğer tüm canlılar gibi doğal sistemlerle bağlantılı yaşadığı anlayışıdır (Benyus, 1997). Öyle ki kaynak bulmak, malzeme toplamak, bilgileri işlemek ve çoğaltmak gibi doğadaki diğer organizmaların yaptığı çoğu şeyi insanların da yapması gerekmektedir. Ayrıca doğadaki diğer canlılarla birlikte yıllardır aynı kaynak sınırlamalarına ve habitat koşullarına tabi yaşamaktadırlar (Biomimicry Institute, 2017). Bu nedenle insanların biyomimikriyi tasarım süreçlerinde kullanmadan önce doğayı tanımaları ve organizmaların bu koşulların nasıl üstesinden geldiklerini anlamaları gerekmektedir (Baumeister vd., 2013). Öğrencilerin de biyomimikriyi öğrenebilmeleri için öncelikle doğayı keşfetmeleri ve takdir etmeleri gerekmektedir. Bunun için sınıf içi ve sınıf dışı deneyimlerle öğrencilerin doğaya olan meraklarını teşvik etme, bu deneyimlere işitme, dokunma, koklama gibi farklı duyuları dahil etme, bu duyular yoluyla normalde algılayamadıkları şeyleri algılamalarını sağlama ve insanların diğer organizmalarla olan ortak noktaları hakkında gözlemler yaptırma gibi yollar önerilmektedir (Biomimicry Institute, 2017).

Öğrencilerin doğayı takdir etme aşamasının ardından canlılardaki yapı ve fonksiyon ilişkisini öğrenmeleri gerekmektedir. Çünkü organizmalar işlevsel ihtiyaçlarını karşılarken yapılarının kendilerine sunduğu stratejilerden yararlanmaktadırlar (Benyus, 1997). Canlılardaki stratejileri keşfeden öğrenciler biyolojik çözümlerle insanların çözümlerini daha kolay ilişkilendirebilmektedirler (Çoban, 2019). Bunun için öğrencilerin farklı organizmalardaki özellikleri ve davranışları fark etmelerini sağlamak, çevrelerine doğanın nasıl işlediği perspektifiyle bakmalarına yardımcı olmak, bunu yaparken gözlemledikleri stratejilerin canlılar için ne gibi avantajları olabileceğini

sorgulatmak ve biyolojik işlev ile olası teknolojik uygulamalar arasında bağlantı kurmaya yönlendirmek gibi yollar önerilmektedir (Biomimicry Institute, 2017).

Öğrencilerin yapı ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi keşfetmelerinin ardından biyomimikri kavramını öğrenmeleri gerekmektedir. Bunun için biyomimikrinin ilgi çekici örneklerle öğretilmesi önerilmektedir (NGSS, 2013a; 2013b). Bu örneklerin ise özellikle küçük yaş grubundaki öğrencilerin çevrelerinden aşina oldukları ve tasarım ile organizma arasında açık bir görsel benzerliğin bulunduğu örnekler olması gerekmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Öte yandan biyomimikri kavramı açıklanırken “bir şeylerin daha iyi nasıl yapılabileceğini doğadan öğrenme” gibi basit ifadelerin kullanılması önerilmektedir. Yaş düzeyi arttıkça “taklit etme” gibi daha zor kavramlar kullanılabilir (Biomimicry Institute, 2017). Öğrencilere sunulan biyomimikri örnekleri tartışılırken aynı zamanda tasarımın sürdürülebilirliği, etik ilkelere ve doğanın prensiplerine uygunluğu gibi konularda da eleştirel düşüncelerini sağlayacak aktiviteler yaptırılması gerekmektedir (Biomimicry Institute, 2021c).

Öğrencilerin biyomimikri kavramını anlamalarının ardından kendi tasarımlarını üretecekleri uygulama aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada öğretmenlere biyolojiden tasarıma ve tasarımdan biyolojiye olmak üzere iki ana yaklaşım önerilmektedir (Macnab, 2012). Bu yaklaşımlar daha önce açıklandığı için tekrar değinilmemektedir. Ancak her iki yaklaşımda da gözlem, keşfetme, taklit etme ve değerlendirme gibi süreçler bulunduğu için öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanmaları gerekmektedir (Walker vd., 2016). Bu nedenle bir sonraki aşamada bilimsel süreç becerilerine yer verilmektedir.

2.7.1.3. Bilimsel süreç becerileri

Biyomimikrinin temeli doğanın keşfine dayanmaktadır. Bu adımdan itibaren öğrenciler doğayı bilimsel bir şekilde gözlemlemekte, çıkarım yapmakta ve elde ettikleri verileri tasarım çözümünde kullanmaktadırlar (Walker vd., 2016). Bahsedilen adımların hepsi bilimsel süreç becerileri gerektirmektedir. Bilimsel süreç becerileri son zamanlarda güncel fen programlarının yapısında da sıklıkla yer almaktadır (MEB, 2018, 2024). Örneğin MEB’in 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında doğanın keşfedilmesi, insan-çevre arasındaki ilişkilerin anlaşılması ve günlük yaşam problemlerinin çözülmesi sürecinde bilimsel süreç becerilerinin kullanımı son derece önemli görülmektedir (MEB, 2018). Bu nedenle Biyomimikri Öğretim Modelinde gerek öğrencilerin biyomimikri tasarım süreçlerini daha etkili yürütebilmeleri gerekse de

modern çağın gerektirdiği fen okur yazarlığı becerilerini kazanabilmeleri için kazanımlarda bilimsel süreç becerilerine yer verilmektedir.

Bilimsel süreç becerileri; temel bilimsel süreç becerileri ve birleştirilmiş bilimsel süreç becerileri olarak ikiye ayrılmaktadır (Aktamış ve Ergin, 2008). Temel bilimsel süreç becerileri gözlem yapma, sınıflama, iletişim kurma, çıkarım yapma, ölçme ve tahmin etme becerilerinden oluşurken; birleştirilmiş bilimsel süreç becerileri değişkenleri kontrol etme, işlevsel olarak tanımlama, hipotez kurma, verileri yorumlama, deney tasarlama ve model oluşturma becerilerinden oluşmaktadır (Padilla, 1990). Padilla (1990) tarafından bu beceriler şu şekilde açıklanmaktadır:

1. Temel Bilimsel Süreç Becerileri

Gözlem yapma: Duyuları kullanarak bir nesne, olay veya durum hakkında bilgi toplama becerisidir.

Çıkarım: Önceden toplanmış veri veya bilgilere dayanarak bir nesne veya olay hakkında daha bilinçli bir tahminde bulunma becerisidir.

Ölçme: Bir nesnenin veya olayın boyutlarını hem standart hem de standart olmayan ölçüler ve hesaplamalar kullanarak tanımlama becerisidir.

Sınıflama: Nesneleri veya olayları özelliklere, ölçütlere göre kategorilere ayırma ve sıralama becerisidir.

Tahmin: Kanıta veya örüntüye dayalı olarak bir olayın gelecekteki olası sonucunu öngörme becerisidir.

İletişim: Bir nesneyi, olayı veya durumu kelimeler, grafikler veya semboller kullanarak ifade etme becerisidir.

2. Birleştirilmiş Bilimsel Süreç Becerileri

Değişkenleri tanımlama: Yapılacak deneyi etkileyebilecek ve deneyden etkilenebilecek tüm unsurları ifade etme ve nasıl ölçüleceğini belirleme becerisidir. Örnek: Bir bitkinin büyümesinde etkili olan faktörleri ve bitkideki büyümenin santimetre cinsinden nasıl ölçüleceğini belirlemek.

Değişkenleri kontrol etme: Bağımlı değişkeni ve incelenen bağımsız değişken haricindekileri sabit tutarak yalnızca incelenen bağımsız değişkeni manipüle edebilme

becerisidir. Örnek: Bitkinin büyümesinde güneşin rolünü incelerken yalnızca güneş ışığının miktarını değiştirip büyümeyle ilişkili diğer faktörleri sabit tutmak.

Hipotez kurma: Bir deneyin beklenen sonucunu ifade edebilme becerisidir. Örnek: Toprağa eklenen organik madde miktarı arttıkça bitkideki büyüme de artar.

Verileri kaydetme: Deneyde incelenen olaylar, durumlar ve nesneler hakkında toplanan nitel ve nicel verileri herkesin anlayabileceği bir şekilde çeşitli formlarda kaydetme becerisidir. Örnek: Not tutmak, taslak çizmek, tablo oluşturmak, fotoğraf çekmek vb.

Verileri yorumlama: Verileri düzenleme ve bunlardan sonuç çıkarma becerisidir. Örnek: Bitkilerin büyümesine ilişkin bir deneyde ışık miktarı ve büyüme miktarını bir veri tablosuna kaydederek verilerdeki eğilimleri değişkenle (güneş ışığı) ilişkilendiren bir sonuç çıkarmak.

Deney yapma: Uygun soru sorma, hipotez kurma, değişkenleri tanımlama ve kontrol etme süreçlerini de barındıran yansız bir deney tasarlama, yürütme ve yorumlama becerisidir. Örnek: Organik maddelerin fasulye bitkisinin büyümesi üzerindeki etkisine ilişkin deney yürütme sürecinin tamamı.

Model oluşturma: Bir sürecin veya olayın zihinsel ve fiziksel gösterimini oluşturma becerisidir. Örnek: Su döngüsünde buharlaşma ve yoğunlaşma süreçlerinin birbirleriyle nasıl bir ilişki içinde olduğuna dair maket hazırlamak.

Fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesi amacıyla tasarlanacak öğretim etkinliklerinin çoğunda bilimsel süreç becerilerine yer verilmesi önerilmektedir (MEB, 2018, 2024). Çünkü günlük yaşam ile yakından ilişkili olan bu beceriler öğrencilerin gerek çevrelerini tanımalarına gerekse de günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözmelerine yardımcı olmaktadır (Germann ve Aram, 1996). Öte yandan öğrencilere çevrelerindeki olayları farklı bir bakış açısıyla değerlendirme olanağı verdiği için yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme gibi üst düzey düşünme becerilerini de desteklemektedir (Aktamış ve Ergin, 2008). Bu nedenle doğadaki canlıları taklit ederek gerçek yaşam problemlerine yaratıcı çözümler arayan disiplinler arası bir yaklaşım olarak biyomimikri sürecinde de gözlem yapma, tahminde bulunma, iletişim kurma gibi temel bilimsel süreç becerilerinin yanı sıra değişkenleri tanımlama, verileri kaydetme, yorumlama gibi birleştirilmiş bilimsel süreç becerileri, alana özgü birer teknik beceri olduğu düşünüldüğünden modele dahil edilmektedir.

2.7.1.4. Doğanın prensipleri

Doğa, belli kurallara dayalı olarak sistemli bir şekilde işleyen en iyi tasarımlara sahiptir. Doğadaki tasarımların dayandığı bu kuralları Benyus (1997) 10 prensiple açıklamaktadır. Bu prensipler biyomimikri tasarım sürecinin de bir parçası olarak tasarımcılara dünyadaki diğer organizmalarla birlikte doğada nasıl sürdürülebilir bir ilişki içinde yaşanabileceğinin bilgisini vermektedir. Böylece tasarımcılar biyomimikri yoluyla insanların problemlerini çözerken doğanın sahip olduğu bu prensipleri takip ederek geliştirilen ürün ve izlenen süreçlerin yaşanılan çevreyle daha uyumlu olmasını sağlamaktadırlar (Biomimicry Institute, 2021c). Bu noktadan hareketle Biyomimikri Öğretim Modelinde de öğrencilerin, doğanın sahip olduğu bu prensiplerden bazılarını öğrenerek tasarım değerlendirmelerinde kullanmaları hedeflenmektedir. Doğanın sahip olduğu bu prensipler aşağıda yer almaktadır.

1. Doğa yalnızca ihtiyaç duyduğu kadar enerji kullanır.

Doğa, enerjiyi gereğinden fazlasına ihtiyaç duymadan verimli bir şekilde kullanabilmektedir. Örneğin imparator penguenler, ısınmak için ekstra enerjiye ihtiyaç duymadan bir araya toplanma stratejisi ile vücut sıcaklıklarını sabit tutabilmektedirler. Akbabalar ise yükselen sıcak hava akımlarını kullanarak neredeyse hiç enerji harcamadan süzülerek yükselebilmekte ve daha uzun süre havada kalabilmektedirler (Biomimicry Institute, 2021c). Organizmaların kullandıkları bu doğa prensipleri insanlar tarafından da çeşitli şekillerde hayata geçirilebilmektedir. Örneğin bir fabrikanın üretim sahası ile geri dönüşüm tesisini ulaşımda harcanacak enerji miktarını azaltmak üzere birbirine yakın yerlerde kurması enerji verimliliği adına atılmış önemli bir adım olarak görülmektedir (Çoban, 2019).

2. Doğa yenilenebilir enerji kullanır.

Doğanın temel enerji kaynağı güneş ışığıdır. Bu enerji yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerjidir (Althen, 2015). Örneğin bitkilerin fotosentez için güneş ışığından elde ettikleri elektronlar, doğada enerji üretmenin temel yöntemidir (Biomimicry Institute, 2021c). Doğayı taklit etmek, dünyada sürdürülebilir bir yaşam için sadece yenilenebilir enerji kaynaklarına güvenmeyi, kirliliğe neden olan yenilenemeyen enerji kaynaklarını tercih etmemeyi gerektirmektedir (Althen, 2015).

3. Doğa her şeyi geri dönüştürür.

Doğa hiçbir şeyi boşa harcamamaktadır. Bir organizmanın atığı, diğerinin besin veya malzeme kaynağı olabilmektedir (Althen, 2015). Bitkilerdeki fotosentez süreci de bu duruma örnek verilebilmektedir. Büyümekte olan ağaçlar çok fazla enerjiye ihtiyaç duyarlar ama aynı zamanda bu enerjiyi güneş ışığı ile üretirler (Benyus, 1997). Ayrıca dışarıdan aldıkları karbondioksiti de yeryüzündeki yaşamın kaynağı olan oksijene dönüştürürler. Ancak kışın yetersiz güneş ışığı, ağaçların yapraklarını yere dökmesine neden olur. Fakat bu işlemin amacı, kök sistemini soğuktan korumak ve beslenen toprak yoluyla ağacın büyümesine yardımcı olacak mantar döngüsünü desteklemektir (Biomimicry Institute, 2021c). Dolayısıyla enerji ve maddenin geri dönüştürüldüğü, atık üretilmeyen bu tür kapalı devre sistemlerde organizma yaşamındaki her bir aşama tüm sistemin yararına bir role sahiptir.

4. Doğa işlevselliği biçimle belirler.

Doğada organizmalar belirli işlevlere hizmet eden biçimlere sahiptir. Bu biçimler ekstra bir malzeme ya da enerjiye ihtiyaç duymadan, gereken minimum kaynakla ihtiyaç duyulan işlevleri yerine getirirler (Althen, 2015). Örneğin ağaçların topraktan su ve besini kökleriyle alması, fotosentez amacıyla güneş ışığını almak için birçok dal ve yaprağın yüzey alanını artırması, kuşların kanat ve gaga yapılarının yaşam alanlarındaki ihtiyaçlara göre şekillenmesi bu örneklerden bazılarıdır (Biomimicry Institute, 2021c). Dolayısıyla organizma biçimlerinin ardında her zaman işlevsel bir amaç bulunmaktadır (Benyus, 1997).

5. Doğa yarara dayalı ilişkiler kurar.

Doğada organizmalar birbirlerinden farklı şekillerde yarar sağladıkları çeşitli iş birliği ilişkileri içindedirler (Baumeister vd., 2013). Örneğin böcekler, besin ihtiyaçlarını karşılamak üzere bitkilerin nektarlarını kullanırken bitkiler de üremelerine yardımcı olan tozlaşmayı böceklerin bu hareketleri sayesinde gerçekleştirirler (Benyus, 1997). Bazen doğadaki ilişkilerde tek yönlü yararlar da olabilmektedir. Örneğin bir organizmanın atığı veya iki organizmanın kurduğu ilişkiden ortaya çıkan yan ürünler diğer organizmanın besin kaynağı olabilmektedir (Biomimicry Institute, 2021c). Dolayısıyla organizmalar diğerlerinden izole olarak hayatta kalamazlar. İnsanların da kendilerine ait bir dünya inşa ederken karmaşık sistemlerin parçası olan farklı türden ara bağlantıları bilerek doğaya uyumlu tasarımlar üretmeleri gerekmektedir (Baumeister vd, 2013).

6. Doğa maksimize etme yerine optimize etme eğilimindedir.

Enerji ve materyaller çok değerli oldukları için doğa, alınan kaynaklar ile harcanan kaynaklar arasında bir denge arar (Althen, 2015). Örneğin aşırı büyümeye harcanan fazla enerji, enerji rezervlerinin yetersizliğine neden olabilmekte ve organizmanın yaşamsal faaliyetlerine zarar verebilmektedir. Bu nedenle doğal sistemlerde bir kontrol mekanizması olarak taşıma kapasitesi ve kritik taşıma eşiği vardır (Biomimicry Institute, 2021c). Dengesizlik oluştuğunda doğa dengeyi yeniden oluşturmak için kendini değiştirir ve yeni bir denge kurar (Benyus, 1997).

7. Doğa sınırların gücünden yararlanır.

Dünyada yaşam nesiller boyunca sınırlı su, atmosfer ve güneş ışığı gibi farklı iklim koşullarında devam etmiştir. Doğa, yeryüzünün tüm sınırlarına uyum sağlayarak çöller, kutuplar, bataklıklar veya yüksek platolar gibi aşırı koşullarda bile gelişmeyi başarmıştır (Biomimicry Institute, 2021c). Doğanın sahip olduğu bu sınırları zorlama gücü, farklı ortamlar için farklı formlar geliştirerek uyum sağlama kapasitesine dayanmaktadır (Althen, 2015). Örneğin yangın, sel, kar fırtınası gibi ön görülemeyen değişikliklerden sonra çevrede hâkim olan baskın türün azalması hatta yok olması bile tüm sistemi yok etmemektedir. Doğa bu gücünü genetik çeşitlilikten almaktadır (Biomimicry Institute, 2021c).

8. Doğa yerel koşullarda uzmanlık gerektirir.

Organizmalar yerel çevrelerinden bağımsız düşünülemezler, çünkü hayatta kalabilmeleri çevredeki değişimlere verdikleri tepkilere bağlıdır (Althen, 2015). Organizmaların içinde bulundukları çevreyi tanımaları, mevcut kaynakları bulmaları, topladıkları bilgilerle değişimlere uygun yanıtlar vermeleri ve iyi yönetmeleri hayatta kalma şanslarını artırmaktadır (Baumeister vd., 2013). Örneğin çevrede meydana gelen gelgit olayları, gece ve gündüzler, mevsimsel değişimler, yıllık sel veya yangınlar organizmaların takip edebilecekleri döngüsel olaylardır (Biomimicry Institute, 2021c). Organizmalar bu öngörülebilir döngüsel kalıpları bir fırsat olarak kullanıp evrimleşirlerse hayatta kalmak ve genlerini nesiller boyunca aktarmak için diğerlerine göre bir avantaj elde ederler (Benyus, 1997). Bazı değişiklikler ise iklim değiştikçe veya ekosistemler yerel koşulları etkiledikçe yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Yine bu değişiklikleri bir fırsat olarak gören organizmalar gelişimlerine devam edebilmektedirler (Biomimicry Institute, 2021c).

9. Doğa yaygın bulunan kaynakları kullanır.

Organizmalar ister bir yapı inşa etsin isterse de kanat, kabuk, boynuz gibi vücudunda bir yapı oluştursun bunun için çevresinde yaygın bulunan, düşük maliyetli kaynakları kullanırlar (Althen, 2015). Örneğin temel yapı taşı karbon, hidrojen, oksijen, nitrojen gibi atomlardan oluşan malzemeler bunlardan bazılarıdır (Biomimicry Institute, 2021c). Nadir bulunan kaynakları ise idareli bir şekilde birleştirerek kullanmaktadırlar. Bu kaynaklar da yine işlenmeye, çıkarılmaya ve binlerce mil öteden getirilmeye gerek duyulmayan kolay elde edilebilir kaynaklardır (Baumeister vd., 2013).

10. Doğa canlılar için güvenli kimyasalları veya malzemeleri kullanır.

Organizmalar kendi hücrelerinin içinde veya yakınlarında kimyasal faaliyetler gerçekleştirirler. Fakat bu faaliyetlerde yaşam süreçlerini destekleyen kolay ayrışabilir, birleşebilir ve yararlı bileşenlere dönüşebilir doğa dostu malzemeler kullanırlar (Baumeister vd., 2013). Örneğin Venüs Süngerleri iskeletlerini oluşturan esnek, kırılmaz ve ışığı daha iyi geçiren camı yapıyı düşük sıcaklık ve okyanus basıncında deniz suyundan çektikleri silika ve sodyum iyonlarını çözerek oluştururlar. İnsan yapımı camlar ise yüksek sıcaklıklarda üretildikleri için sodyum iyonlarını bünyelerine katamadıklarından daha az kullanışlı ve kırılıp parçalanırlar (Biomimicry Institute, 2021c).

Benyus'un belirlemiş olduğu bu 10 doğa prensibi dünyadaki diğer organizmalarla birlikte sürdürülebilir bir ilişki içinde nasıl yaşanabileceğini göstermektedir (Biomimicry Institute, 2021c). Yenilenebilir enerji kaynakları ve çevre dostu malzemeler kullanmak, geri dönüşüme destek vermek, iş birliği ilişkileri kurmak ve enerjiyi verimli kullanmak doğanın prensipleri olduğu gibi biyomimikrinin de prensipleridir (Benyus, 1997; Baumeister vd., 2013). Bu nedenle biyomimikriye dayalı tasarım sürecinde geliştirilen ürün ve kullanılan süreçlerin bu ilkelere dayalı olarak geliştirilmesi gerekmektedir (Benyus, 1997). Bunun için malzeme seçimi, tasarım sürecinin belirlenmesi, ürünlerin kalite kontrolü, nihai ürün değerlendirmesi gibi aşamalarda bahsedilen prensiplerin birer tasarım ölçütüne dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu prensiplerin tamamı her zaman kullanılamasa bile tasarıma özgü olanları seçilerek ölçüt geliştirilebileceği ifade edilmektedir (Biomimicry Institute, 2021c). Bu nedenle Biyomimikri Öğretim Modelinde ders planları hazırlanırken kazanımlarda bu prensiplere yer verilmekte, ürün ve süreç değerlendirmesinde yine bu prensiplerden yararlanılmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modeli genel olarak değerlendirildiğinde biyomimikriyle ilişkili bilgi ve teknik beceriler bileşeninin altında organizmaların yapısı ve işlevi, biyomimikri

kavramı ve kullanımı, bilimsel süreç becerileri ve doğanın prensipleri yer almaktadır. Bu bileşenlerin hepsi öğrencilerin biyomimikri üretme süreçlerinde ihtiyaçları olan bileşenlerdir. Bu nedenle modelde birer kazanım ve değerlendirme ölçütü olarak kullanılmaktadır. Öte yandan öğrencilerin doğa ile benzerlik kurma, çevrelerindeki doğal uyaranları yaratıcı birer tasarım fikri olarak görme ve çok sayıda fikir üretmeleri için birtakım yaratıcı düşünme yollarını da öğrenmeleri ve kullanmaları gerekmektedir (Ngo, 2014). Bu nedenle modelde biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri bileşeni altında bu becerilere yer verilmektedir.

2.7.2. Biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri

Biyomimikri doğadaki canlılardan ilham alarak tasarım fikirleri üretmeyi gerektiren, içinde doğal analogileri barındıran yaratıcı bir tasarım sürecidir (Boğa, 2013). Ancak bu sürecin daha sistematik bir şekilde yürütülebilmesi için birtakım yaratıcı düşünme tekniklerinden yararlanılması gerekmektedir (Ngo, 2014). Bu teknikler öğrencilere yaratıcı fikir üretme deneyimi ve pratik imkânı sunarak üretilen tasarımların yaratıcılığını beslemekte, öğrencilerin çevrelerindeki uyaranlara yaratıcı birer tasarım fikri olarak bakmalarını sağlamaktadır (Ngo, 2014). Bu nedenle Biyomimikri Öğretim Modelinde de beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi, sinektik gibi birtakım yaratıcı düşünme stratejilerinden ve tekniklerinden yararlanılmaktadır.

2.7.2.1. Beyin fırtınası

Beyin fırtınası ilk olarak Alex Osborn (1957) isimli bir reklamcı tarafından geliştirilmiş daha sonra ise eğitim ve psikoloji bilimlerinde bir öğretim tekniği olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bireyleri bir konu hakkında çözüm önerisi getirirken yeni fikirler üretmeye teşvik eden ve cesaretlendiren bu teknik yaratıcı düşünmeyi destekleyen grupça bir tartışma tekniğidir (Nakiboğlu, 2003). Üretilen fikirler değerlendirilmeden önce mümkün olduğunca çok fikir ve çözüm önerisinin üretimini hedefleyen bu teknikte ortaya konulan fikirlerden yola çıkılarak daha yaratıcı çözümlere ulaşılabilmektedir (Rawlinson, 2017). Bu nedenle bireylerin düşüncelerini rahatça dile getirebilecekleri ve çok sayıda fikir üretebilecekleri koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu koşullar:

1. Bireylerin değerlendirilme kaygısı olmadan mümkün olduğunca çok fikir üretmeleri ve dile getirmeleri için teşvik edilmesi,
2. Eleştirel düşünmenin ertelenmesi,

3. Toplanan fikirlerin süreç sonunda yargılayıcı olmaksızın değerlendirilmesi şeklinde sıralanmaktadır (Osborn, 1957).

Beyin fırtınası tekniği problemin tanımlanması, fikirlerin üretimi, fikirlerin sınıflandırılması ve fikirlerin değerlendirilmesi olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar gerçekleştirilmeden önce sınıf ortamının hazırlanması gerekmektedir (Rawlinson, 2017). Bunun için 10-15 kişilik öğrenci gruplarının oluşturulması, sıraların birbirini ve tahtayı görecektir şekilde ayarlanması, fikirleri not edecek grup koordinatörünün seçilmesi, öğrencilerin teknik hakkında bilgilendirilmesi, fikir üretme sürecinde eleştirel ve yargılayıcı olunmaması, diğerlerinin dikkatlice dinlenilmesi, mümkün olduğunca çok fikir üretilmesi, ikili tartışmalara girilmemesi gibi konularda uyarıların ve düzenlemelerin yapılması gerekmektedir (Nakiboğlu, 2003; Uyanık-Balat ve Önkol, 2019). Ardından aşağıda yer alan adımlar uygulanmaya başlanmaktadır.

1. Problemin tanımlanması

Bu aşamada ele alınacak konu veya problem öğretmen tarafından gruplara açıklanarak gerekirse tahtaya yazılmaktadır. Problem grup tarafından iyice anlaşıldıktan sonra öğrencilere fikirlerini not etmeleri için kısa bir süre verilmektedir (Rawlinson, 2017). Tartışmayı başlatmak için “Gördüğünüz canlıdan yola çıkılarak ne tür icatlar yapılabilir?” gibi sorular yöneltilir.

2. Fikirlerin üretilmesi

Öğretmen yöneltilen soru ile ilgili öğrencilerin akıllarına gelen her türlü fikri komik veya saçma olduğunu düşünmeden söylemelerini istemektedir. Bazen en garip görünen fikirlerden bile en yaratıcı çözümlere ulaşabileceğini söyleyerek öğrencileri teşvik etmektedir (Nakiboğlu, 2003). Bu süreçte her türlü eleştiri, yorum ve değerlendirme engellenmektedir. Her öğrenci konuşmaya teşvik edilmekte ve eşit söz hakkı verilmektedir. Söylenen fikirler atlanmadan kaydedilmekte veya tahtaya not edilmektedir. Bu süreçte başkalarının fikirlerinden de ilham alınabilmekte veya esinlenilebilmektedir (Rawlinson, 2017).

3. Fikirlerin sınıflandırılması

Fikirler söylendikten sonra birbirine benzer olanlar aynı grupta toplanmaktadır. Grubun tüm üyeleri tarafından yeniden okunup dinlendikten sonra gruplanan fikirlerin bir özeti çıkarılmaktadır (Nakiboğlu, 2003).

4. Fikirlerin değerlendirilmesi

Son aşamada grup üyeleri üretilen fikirlerden beğendiklerini bireysel olarak not etmekte, diğer grup üyelerini duyduktan sonra değiştirememektedirler. Not edilen bu fikirler, tüm fikirlerin bulunduğu genel bir listede her grup üyesi tarafından işaretlenmektedir. En çok işaret alan fikirler tahtada sıralandıktan sonra üstte kalanlar grupça sınıfta tartışılmaktadır (Uyanık-Balat ve Önkol, 2019). Grup tartışmasından sonra uygulama alanı bulabilecek, işe yarayabilecek ve orijinal olan fikirler belirlenmektedir. Bu aşamadan sonra öğretmen dersin amacına göre iyi olan birkaç öneriyi belirleyip öğrencilere uygulatabileceği gibi yalnızca öğretici bilgiler oluşturmak amacıyla da kullanabilmektedir (Nakiboğlu, 2003). Dolayısıyla beyin fırtınasının yaratıcı düşünme süreci bu noktada son bulmaktadır. Biyomimikri Öğretim Modelinde de beyin fırtınası tekniği öğrencilerin biyomimikriyi örneklerle öğrenme süreçlerinde bir yaratıcı düşünme deneyimi olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde gözlemledikleri canlılardan kendi tasarım fikirlerini üretme sürecinde de yine beyin fırtınası tekniğinden yararlanmaları gerekmektedir.

2.7.2.2. *Analojilerle öğretim stratejisi*

Analojiler öğrencilerin ön bilgileri aracılığıyla soyut bilgilerin öğretilmesini kolaylaştıran, eski bilgilerle yeni bilgileri bağdaştırarak yeni bilgiyi kendi anlayacakları şekilde yapılandırmalarına imkân veren bir öğretim stratejisidir (Glynn, 2008). Aynı zamanda farklı kavramlar arasında çağrışımlar yaparak ilişki kurmayı gerektirdiğinden öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine fırsat veren bir düşünme aracıdır (Gordon ve Poze, 1980). Kelime anlamı olarak analogi, bilinmeyen bir olgunun bilinen olgularla benzerlik kurarak açıklanması olarak tanımlanmaktadır (Küçükturan, 2003). Burada bilinen olgular *kaynak* olarak nitelendirilirken bilinmeyen olgular *hedef* olarak isimlendirilmektedir (Glynn, 2008). Öğrencilerin hedefe ulaşabilmeleri için kaynaklara dayalı çağrışımlar yapmaları gerekmektedir (Glynn, 2008). Dolayısıyla analogiler yoluyla anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için hedef ve kaynak kavram arasındaki benzerliklerin hangi amaçla ve nasıl yapıldığının ortaya konulması gerekmektedir (Küçükturan, 2003).

Biyomimikri öğretim sürecinde kurulan analogilerin temel amacı canlılardan ilham alarak tasarım fikirlerinin üretilmesidir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için birtakım analogik düşünme stratejilerinden yararlanılması gerekmektedir (Ngo, 2014). Bunun için Glynn (2008) sınırları keskin olmamakla birlikte altı adımlı bir Analogilerle Öğretim Stratejisi geliştirmiştir. Bu adımlar:

- 1) Hedef kavramın tanıtılması,
- 2) Kaynak kavramın hatırlatılması,
- 3) Hedef ve kaynak kavram arasındaki benzerliklerin açıklanması,
- 4) Sorulan sorular aracılığıyla benzerlikler arasında ilişkiler kurulması,
- 5) Varsa benzerliğin bozulduğu yerlerin açıklanması ve
- 6) Çıkarılan sonucun özetlenmesi olarak sıralanmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modelinde Glynn (2008)'in ortaya koymuş olduğu adımlar biyomimikrinin örneklerle tanıtılması sürecinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda öğrencilere yaratıcı düşünme imkânı vererek pratik yapma fırsatı da sunmaktadır. Böylece öğrenciler kendi tasarım fikirlerini geliştirirken daha yaratıcı çözüm önerileri üretebilmek için farklı bir düşünme yolu öğrenmektedirler.

2.7.2.3. Sinektik

Birbirleri ile ilişkisiz gibi görünen yapılar arasında bağlantı kurma olarak tanımlanan sinektik tekniği ilk olarak Gordon (1961'den aktaran Gordon ve Poze, 1980) tarafından yaratıcı bireylerin farkında olmadan kullandıkları yaratıcı düşünme yöntemlerini araştırdığı çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. Terminolojik kökeni Yunancada “farklı unsurları bir araya getirme” anlamına gelen “*synekticos*” kelimesine dayanan sinektik tekniği bireylerde alışılmışın dışında çağrışımlar oluşturarak problemlere yaratıcı çözümler bulmalarını amaçlayan bir tekniktir (Fraser, 2003). Bu doğrultuda Gordon (1961'den aktaran Gordon ve Poze, 1980) bilinmeyen tanıdık kılma ve bilineni tuhaf kılma olmak üzere iki tür sinektik mekanizması önermektedir. Bu mekanizmalardan birincisi eğitim ortamlarında öğrencilerin bildikleri bir durumdan yola çıkarak bilmedikleri bir duruma veya kavrama ulaşmalarını amaçlarken; ikincisi önceden bildikleri bir durum veya kavrama farklı bakış açılarıyla bakmalarını amaçlamaktadır. Örneğin öğrencilerin aşına olduklarından farklı bir köprü yapmaları amaçlanıyorsa bilineni tuhaf kılma mekanizması uygulanırken; bilmedikleri bir kavramı öğrenmeleri hedefleniyorsa bilinmeyen tanıdık kılma mekanizması uygulanmaktadır (Hummell, 2006). Bu çalışmada öğrencilerin çevrelerindeki canlılardan yola çıkarak kendileri için bilinmeyen bir durum olan biyomimikri tasarımı üretmeleri beklendiği için bilinmeyen tanıdık kılma mekanizması kullanılmaktadır. Hummell (2006) bilinmeyen tanıdık kılmaya yönelik aşağıda yer alan yedi adımlı bir uygulama süreci önermektedir. Bu çalışmada da sinektik tekniği bu adımlara dayalı olarak yürütülmektedir.

1. Konu veya problemin açıklanması

Bu aşamada öğretmen yeni bir konu veya problem hakkında öğrencilere bilgi vermektedir. Örneğin; “Bugün sizlerle kendi tasarımlarımızı yapacağız. Sizce tasarım ne demektir? Bu konu hakkındaki düşüncelerinizi bir paragrafla açıklayabilir misiniz?” gibi yönergelerle öğrencileri süreçten haberdar etmektedir (Hummell, 2006). Öğrencilerden gelen açıklamalar değerlendirildikten sonra 2. adıma geçilmektedir.

2. Doğrudan analogilerin oluşturulması

Bu aşamada öğretmen öğrencilere doğrudan analogi kurabilecekleri örnekler sunarak yanıtlar vermelerini beklemektedir (Hummell, 2006). Örneğin biyolojide biçim ve işlev ile ilgili bir konuda öğrencilere farklı spor arabalarının resimleri ve çeşitli hayvan resimleri gösterilerek sinektiğe dayalı düşünme süreçleri başlatılabilmektedir (Ayers Institute, 2022). Bu doğrultuda öğrencilere “bir çıta ve bir spor araba birbirlerine nasıl benzerler?” gibi sorular yöneltilebilir. Tasarım ve doğa arasındaki ortak noktaları keşfedebilmeleri için öğrencilere biri tasarıma diğeri doğaya dayalı daha farklı kavramlar veya durumlar da sunulabilir.

3. Kişisel analogilerin oluşturulması

Bu aşamada öğretmen öğrencilerden bir önceki aşamada yöneltilen doğal analogilerden birini seçmelerini ve kişisel analogilerini oluşturmalarını istemektedir (Hummell, 2006). Öğrencilerin seçtikleri analogilere dayalı olarak “Bir çıta olsan neye benzerdin?, Ne hissederdin?, Nasıl bir yaşam tarzın olurdu?” gibi sorular yöneltilebilir. Böylece öğrenciler seçtikleri canlının yerine kendilerini koyarak o canlı olmanın nasıl bir his olduğunu tanımlamaktadırlar (Ayers Institute, 2022). Bu alıştırmanın amacı öğrencileri problemin bir parçası haline getirerek onlara yeni bakış açıları kazandırma ve yaratıcı düşünme pratiği sunmadır (Hummell, 2006).

4. Seçilen doğal analogilerde benzerliklerin açıklanması

Öğrencilere yeni bakış açıları kazanmanın ardından 2. adıma dönülerek seçtikleri doğal analogilerdeki benzerlikleri listelemeleri istenmektedir (Hummell, 2006). Örneğin “Bir çıta ile spor araba arasındaki benzerlikleri listeleyin.” ifadesi bu aşamada kullanılabilir.

5. Seçilen doğal analogilerdeki farklılıkların açıklaması

Bu aşamada öğrencilerden seçtikleri analogilerdeki farklı yönleri açıklamaları istenmektedir (Hummell, 2006). Örneğin “Çıta ile spor araba arasındaki farklılıklar neler olabilir?.” ifadesi kullanılabilir.

6. Orijinal konunun keşfedilmesi

Bu aşamada öğrenciler kazandıkları yeni bakış açıları ile başlangıçta kendilerine sunulan konuyu yeniden keşfederler (Hummell, 2006). Bunun için öğretmen “Şimdi sizlerden doğa ile tasarım arasındaki bağlantıları açıklamanızı istiyorum. Fikirlerinizi yazı ile anlatabilirsiniz. Bunu yaparken az önce incelediğimiz örneklerdeki benzerlikleri ve farklılıkları göz önünde bulundurabilirsiniz.” gibi yönlendirmelerde bulunabilir.

7. Öğrencilerin kendi doğrudan analogilerini oluşturmaları

Sinektiğin son aşamasında öğrenciler kendi doğrudan analogilerini üretirler. Bu süreçte kendi seçtikleri hayvanlar veya onların davranışları kurulan analogi için kaynak kavram olabilir. Kurdukları analogilerin kaynak kavrama uygun olup olmadığını önceki adımlarda öğrendikleri şekilde değerlendirirler (Hummell, 2006). Öğretmen bu süreçte “Seçtiğiniz canlının özellikleriyle tasarım fikrinizin benzer yönleri neler, farklı yönleri neler, aralarında nasıl bir ilişki var?” gibi sorularla süreci yönlendirebilir. Dersin amacına uygun olarak sinektiğin son aşamasından sonra üretilen fikirler uygulamaya dökülebileceği gibi bu teknik yalnızca öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebilmek amacıyla bir alıştırmaya da kullanılabilir (Hummell, 2006). Bu çalışmada da sinektik tekniği öğrencilerin kendi tasarım fikirlerini geliştirmeden önce farklı düşünme yollarını keşfedebilmeleri ve yaratıcı düşünme pratiği edinebilmeleri amacıyla kullanılmaktadır.

Sonuç olarak biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri bileşeni genel olarak incelendiğinde beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi ve sinektik tekniklerine yer verildiği görülmektedir. Bu strateji ve tekniklerin hepsi biyomimikri tasarım sürecinde öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini desteklemek üzere modelde yer almaktadır. Böylece öğrencilerin doğa ile benzerlik kurarak çevrelerindeki doğal uyaranları yaratıcı birer tasarım fikri olarak görmeleri sağlanmaktadır. Modelde yaratıcı düşünme becerilerinin yanı sıra öğrencilerin göreve olan bağlılıklarını sürdürmek amacıyla motivasyon bileşenine de yer verilmektedir. Bu bileşen aşağıda açıklanmaktadır.

2.7.3. Motivasyon

Bireylerin belli bir alanda yaratıcı bir performans veya ürün ortaya koyabilmeleri için sahip oldukları bilgi ve becerilerin yanı sıra o alana yönelik ilgi ve motivasyonlarının da yüksek olması gerekmektedir (Amabile, 1983a; 1983b). Aksi takdirde göreve olan bağlılıkları, sebatkarlıkları ve yaratıcı ürün ortaya çıkarma olasılıkları düşmektedir (Amabile, 2013). Bu nedenle Biyomimikri Öğretim Modelinde motivasyon bileşenine de yer verilmektedir.

Biyomimikri ilk bakışta üzerinde uzmanlaşma gerektiren oldukça teknik bir konu gibi görüldüğü için çocukların ilgilerine ve yaş düzeylerine uygunluğu konusunda endişe edilmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Ancak Benyus'a göre biyomimikri küçük yaştaki öğrencilere etkili bir şekilde sunulduğu takdirde onların ilgilerine ve motivasyonlarına hitap edebilmektedir (Baumeister vd., 2013). Bunun için birkaç yol önerilmektedir. Bunlardan birincisi biyomimikrinin öğrencilere basit ve sade bir dille anlatılmasıdır. Daha önce de belirtildiği gibi bunun için biyomimikri öğrencilere doğayı taklit etme yerine doğadan öğrenme gibi daha somut ifadelerle tanıtılabilmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Öte yandan öğrencilerin biyomimikriyi daha iyi kavrayabilmeleri için çevrelerinde karşılaşılabilecekleri örneklerle sunulması gerektiği vurgulanmaktadır (Biomimicry Institute, 2010). Bu, öğrencilerin biyomimikriyi kendileriyle ve günlük yaşantılarıyla ilişkilendirebilmelerini kolaylaştırmaktadır (Biomimicry Institute, 2017). Ayrıca örneklerin ardında yatan ilgi çekici hikayeler öğrencilerin biyomimikriye karşı merak duymalarını sağlamaktadır (Biomimicry Institute, 2010). Son olarak öğrencilere sunulan biyomimikri örneklerinin makroskobik düzeyde canlıların gözle görülebilir içsel ve dışsal yapılarına odaklanması gerekmektedir (NGSS, 2013a; 2013b). Nitekim biyomimikriye dayalı NGSS (2013a; 2013b) kazanımlarında da bu durum gözlenebilmektedir. Sonuç olarak Biyomimikri Öğretim Modelinde öğrencilere yönelik hazırlanan etkinlikler ve ders planları öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını temel alan bu süreçlere dayalı olarak geliştirilmektedir.

2.7.4. Sosyal çevre

Birçok araştırmacıya göre ortaya konulan belli bir ürün veya performansın yaratıcı olarak nitelendirilebilmesi için içinde bulunduğu sosyal çevre tarafından kabul görmesi gerekmektedir (Sternberg ve Lubart, 1996). Öte yandan bireylerin ortaya yaratıcı bir fikir ya da ürün koyabilmeleri için fikirlerini açıkça ifade edebilmeleri, aktif olarak

paylaşabilmeleri ve uygun yöntemlerle değerlendirileceğini bilmeleri gerekmektedir (Amabile, 2013). Bunun için Biyomimikri Öğretim Modelinde öğrencilerin tasarım fikirlerini ve ürünlerini paylaşabilecekleri, ürünlerini birtakım ölçütlere göre değerlendirebilecekleri sosyal çevre bileşenine yer verilmektedir. EK-1’de yer alan bu ölçütler ortaya konulan tasarım fikirlerinin ya da ürünlerin yeniliği, kullanışlılığı, hitap ettiği kitleye uygunluğu ve doğanın prensiplerine uygunluğu gibi ölçütlerdir.

Sonuç olarak Biyomimikri Öğretim Modelinin biyomimikriyle ilişkili bilgi ve teknik beceriler, biyomimikri tasarım sürecini destekleyen yaratıcı düşünme becerileri, motivasyon ve sosyal çevre olmak üzere dört temel bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenlerin altında yatan ilgili beceriler ve gereksinimler göz önünde bulundurularak modele dayalı ders planları hazırlanmaktadır. Hazırlanan ders planları ise aşağıda yer alan uygulama aşamaları dikkate alınarak uygulanmaktadır

2.7.5. Biyomimikri Öğretim Modelinin uygulama aşamaları

Amabile (1983a; 2013)’ın Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeline ve Macnab (2012)’ın Biyolojiden Tasarıma Spiral Yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen Biyomimikri Öğretim Modelinin biyomimikri hazırlık aşaması ve biyomimikri uygulama aşaması olmak üzere iki aşaması bulunmaktadır. Bu aşamalar sayesinde öğrencilerin süreç sonunda biyomimikriye dayalı tasarımlar üretmeleri beklenmektedir.

2.7.5.1. Biyomimikri hazırlık aşaması

Modelin bu bileşeninin amacı, öğrencilerin kendi tasarımlarını üretmeden önce organizmalardaki yapı-fonksiyon ilişkisini, bilimsel süreç becerilerini, çeşitli örneklerle biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanımaları, kullanılan yöntem ve tekniklerle yaratıcı düşünme deneyimi kazanmalarınıdır. Bu amaçla doğayı gözlemleme ve takdir etme, yapı-fonksiyon ilişkisi kurma, biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma, organizmalar ile yapılan icatlar arasında bağ kurma ve ölçütlere göre yapılan icatları değerlendirme olmak üzere beş adım geliştirilmiştir. Bu adımlar Tablo 2.5’te yer almaktadır.

Tablo 2.5.

Biyomimikri Hazırlık Aşaması Adımları

Doğayı gözlemleme ve takdir etme

- Fotoğraflar, videolar veya doğa gözlemleri aracılığıyla canlılar gözlemlenir, Öğrencilerin canlılarla insanların ortak yönlerini ve daha önce fark etmedikleri özellikleri fark etmeleri sağlanır.

Yapı-Fonksiyon İlişkisi Kurma

- Canlılarda ne tür yapıların olduğu gözlemlenir. Bu yapıların ne işe yaradığını fark etmeleri ve işlevleri arasında ilişki kurmaları sağlanır.

Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma

- Velcro gibi basit ve ilgi çekici örneklerle biyomimikri kavramı tanıtılır.
- Canlıların tasarımlarında doğa prensiplerinden nasıl yararlandıkları açıklanır.

Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma

- Sunulan canlılardan ne tür icatların yapılabileceğine dair beyin fırtınası yapılır.
- Canlılardan yapılan icatlar, analogilerle öğretim stratejisi adımları ve sinektik teknikleri uygulanarak açıklanır.
- İşlenen konuya ve biyomimikri adımına uygun deneylerle bilimsel süreç becerilerini kullanmaları sağlanır.

Ölçütlere göre Yapılan İcatları Değerlendirme

- Yapılan icatların hedef kitleye ve doğanın prensiplerine uygunluğu, kullanışlılığı gibi konular tartışılır.

Tablo 2.5'te yer alan adımlara göre tasarlanan ders planları aracılığıyla öğrencilerin biyomimikri uygulama aşamasında ihtiyaç duyacakları biyomimikriye özgü bilgi, teknik beceri ve yaratıcı düşünme becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır.

2.7.5.2. Biyomimikri uygulama aşaması

Biyomimikri hazırlık aşamasından sonra öğrencilerin kendi tasarım fikirlerini ve ürünlerini ortaya koyacakları biyomimikri uygulama aşamasına geçilmektedir. Biyomimikri uygulama aşaması da Macnab (2012)'in Biyolojiden Tasarıma Spiral Yaklaşımı ve Amabile (1983a)'ın Bağlamsal Yaratıcılık Modeli temel alınarak geliştirilmiştir. Bu adımlar Tablo 2.6'da yer almaktadır.

Tablo 2.6.

Biyomimikri Uygulama Aşaması Adımları

Adımlar	Açıklama
Gözlem	Öğrenci biyomimikri hazırlık aşamasında sunulan veya kendisi tarafından tercih edilen bir canlıyı fotoğraflar, videolar veya doğa gözlemleri aracılığıyla gözlemler.
Keşfetme	Gözlemlediği canlının yapısı ve fonksiyonları arasında ilişki kurar.
Soyutlama	Canlıda belirlediği stratejilerin altında yatan mekanizmaları basit çizimlerle resmeder.

[Tablo 2.6. (Devam) *Biyomimikri Uygulama Aşaması Adımları*]

Beyin fırtınası	Resmettiği tasarım prensibinin nerelerde işe yarayabileceğine ve kimlerin bu prensiplere ihtiyaç duyabileceğine dair fikirler üretir.
Taklit Etme	Ürettiği fikirlerden en uygun olanını seçer. Seçtiği fikri resim, model oluşturma gibi yollarla ürüne dönüştürür.
Paylaşma	Geliştirdiği ürünü sınıf ile paylaşır. Bu süreçte hangi canlıdan ilham aldığı, bu canlının yapısı ve işlevi ile geliştirdiği ürünün nasıl bir ilişkisi olduğu, hangi probleme yönelik çözüm geliştirdiği hakkında bilgi verir.
Değerlendirme	Tasarımın yeniliği, kullanılabilirliği, hedef kitleye ve doğanın prensiplerine uygunluğu sınıfça değerlendirilir.

Tablo 2.6. incelendiğinde Macnab (2012)'ın yaklaşımında yer alan keşfetme aşaması programda gözlem ve keşfetme olarak ikiye ayrılmıştır. Çünkü ilkökul düzeyinde gözlem yapma becerisi geliştirilmesi gereken önemli bir bilimsel süreç becerisi olarak kabul edilmektedir (MEB, 2018, 2024). Ayrıca modele Amabile (2013)'ın yaratıcılık modelinde yer alan sosyal çevre bileşenine dayalı olarak paylaşma adımı eklenmiştir.

İlkökul öğrencilerine yönelik biyomimikrinin öğretimini hedefleyen bu adımlar, tasarım tabanlı araştırma kapsamında öncelikli olarak uygulama öncesi hazırlık aşamasında çalışma ekibiyle birlikte tasarlanmakta, uygulama ve geliştirme aşamasında ise sınıf ortamında uygulanarak öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapılmaktadır.

2.8. İlgili Araştırmalar

Biyomimikrinin disiplinler arası yeni bir yaklaşım olarak tanınmasının ardından eğitim programlarına çeşitli şekillerde entegre edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Bu noktada özellikle üniversite düzeyinde mimarlık, mühendislik, sanat, tasarım gibi programlarda yapılan çeşitli araştırmalara rastlanmaktadır (Alawad ve Mahgoub, 2014; Amer, 2019; Bakırhoğlu, 2012; Tavşan vd., 2015, Stevens vd., 2021; Yıldırım, 2019). Örneğin Cattano vd. (2011) sürdürülebilirlik kavramını inşaat mühendisliği programına entegre edebilmek üzere 140 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında sistemsel düşünme ve biyomimikriye dayalı öğretim modülleri geliştirmişlerdir. Çalışma sonunda öğrencilerin çoğunlukla biyomimikriyi sürdürülebilirlik amacıyla kullanabildikleri, değerlendirmelerde tam puan aldıkları ve öğretim sürecini zevkli ve ilgi çekici buldukları tespit edilmiştir. Bakırhoğlu (2012) ise sürdürülebilirlik için biyolojiden tasarıma yaklaşımına dayalı olarak geliştirdiği “Biyomimikri Çizim Analizi” öğretim aracını 3. sınıf endüstriyel tasarım öğrencilerine uygulamıştır. Çalışma sonunda yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve geliştirilen ürünlere göre uygulanan öğretim aracının

biyomimikri ve sürdürülebilirlik konusunda öğrencilere farkındalık kazandırdığını ve sürdürülebilir tasarım çözümleri üretme konusunda yardımcı olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak yine de öğrencilerin bilgi eksikliği ve gözlem için zaman yetersizliği gibi nedenlerle doğadaki stratejileri tasarıma dönüştürme konusunda zorlandıkları belirlenmiştir.

Çalışmasında endüstriyel tasarım öğrencilerinin geliştirdikleri projelerinde doğal analogiyi kullanma konusundaki isteksizliklerinin nedenlerini anlamayı amaçlayan Boğa (2013) ise 1. sınıf düzeyindeki endüstriyel tasarım öğrencilerine biyomimikri hakkında bilgi ve deneyim kazandırmak üzere bir çalıştay düzenlemiş ve görüşlerini değerlendirmek üzere anket uygulamıştır. Çalışmada öğrencilerin biyomimikriyi uygulamak isteseler bile bilgi eksikliklerinden dolayı uygulama adımlarını kolay bulmadıkları, problemleri çözmek yerine sadece şekilsel benzerlikleri taklit etme eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırmacı, öğrencilerin doğa ile tasarım arasındaki ilişkiyi anlayabilecekleri biyoloji ve biyomimikri bilgisinin işe koşulacağı yeni bir sistem geliştirilmesini önermiştir. Biyomimikriyi disiplinler arası bir yaklaşımla ele alan Soja (2014) da çalışmasında 2900 üniversite öğrencisinin “dünyadaki altıncı kitlesel yok oluş” sırasında fosillerdeki yapı ve fonksiyon ilişkisinin değişimini inceleyerek problemlere çözümler üretmelerini istemiştir. Biyomimikriyi paleontoloji alanına entegre eden araştırmacı çalışma sonunda öğrencilerle yaptığı görüşmeler ve tasarım ürünlerine dayalı değerlendirmelerle öğrencilerin organizmalar hakkında gözlem ve çıkarım yapma becerilerinin geliştiğini, yenilikçi ve eleştirel düşünme becerilerinin ilerleme kaydettiğini, dünyanın geleceği için biyoçeşitlilik ve sürdürülebilirlik kavramlarının önemini kavradıklarını tespit etmiştir. Üniversiteye devam eden sanat eğitimi öğrencilerinin düşünme becerilerini geliştirmek üzere biyomimikri kullanımının etkisini inceleyen Alawad ve Mahgoub (2014) ise çalışmalarında biyomimikrinin öğrencilere doğadaki her şeyin bir amacı ve işlevi olduğu yönünde farkındalık kazandırdığını, öz yansıtma, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme gibi becerileri üzerinde uzun vadeli etkilerinin olduğunu ve karar verme becerilerini geliştirdiğini belirlemişlerdir. Stevens vd. (2021) de yapılan birçok çalışmada öğrencilerin ilham aldıkları biyolojik modellerin ana işlevlerini çözümlerine dâhil etmeden yüzeysel bir şekilde kopyalamaya çalıştıklarını belirterek yanlış yorumlanan bu biyomimikri sürecini düzeltmek ve daha sürdürülebilir çözümler üretmelerini sağlamak üzere nelerin gerekli olduğunu belirlemeye çalışmışlardır. Bunun için 20 Endüstriyel

Tasarım Mühendisliği öğrencisiyle, başlangıçta temel düzey araştırması yapan araştırmacılar öncelikli olarak canlıların yapılarıyla ilgili ipuçları vererek öğrencilerin mekanizmaları daha kolay anlayıp yorumlayabileceklerini tespit etmişler; daha sonra hangi biyomimikri düzeyinde analogik bağlantılar kurduklarını ipuçları ile birlikte sorgulatarak tasarımsal düşünme süreçlerini iyileştirebileceklerini belirlemişlerdir.

Sonuç olarak üniversite düzeyinde biyomimikriye dayalı yapılan birçok çalışmada biyomimikrinin öğrencilerin düşünme becerilerini, disiplinler arası çalışma becerilerini ve doğaya yönelik farkındalıklarını artırdığı gözlenmektedir. Ancak öğrencilerin sahip oldukları bilgi ve deneyim yetersizliği, zaman eksikliği gibi nedenlerle biyomimikriye dayalı etkinliklere çekimser kalabildikleri, yüzeysel yaklaşabildikleri veya istenilen kalitede tasarımlar üretemedikleri de ifade edilmektedir. Bu nedenle araştırmacılar lisans programlarında biyomimikrinin seçmeli bir ders olmasından ziyade zorunlu bir ders olması gerektiğini (Amer, 2019), alana özgü bilgiler ile desteklenerek ve öğrencilerin tasarım süreçlerinin farkında olacakları ipuçları sunularak öğretilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Boğa, 2013; Cattano vd., 2011; Stevens vd., 2021).

Literatür incelendiğinde üniversite düzeyinde yapılan birçok çalışmaya rastlanmakla birlikte lise düzeyinde uygulamaya dayalı çalışmalara rastlanmamaktadır. Var olan çalışmalar ise daha çok program veya model önerisi geliştirme üzerine yürütülmektedir (Erşanlı, 2016; Staples, 2005). Örneğin fen programlarında çevre eğitimi ve sürdürülebilirlik kavramının eksikliğine vurgu yapan Staples (2005) bu eksikliğin giderilebilmesi için lise düzeyindeki öğrencilere eğitim veren öğretmenlerin ve uzmanların kullanabilecekleri literatür çalışmasına dayalı bir web sitesi tasarlamıştır. Bu web sitesinde çeşitli biyomimikri örnekleri, biyomimikriye dayalı müfredat konuları, kaynaklar, biyomimikri ile ilgili eğitim toplantıları, bildiriler, internet bağlantıları ve ders örnekleri yer almaktadır. Bu sayede araştırmacı, sürdürülebilir bir dünya için biyomimikrinin fen eğitimine nasıl entegre edilebileceğine dair bir yol sunmayı amaçlamıştır. Benzer şekilde Erşanlı (2016) da lise düzeyindeki öğrencilerin fizik ile gerçek yaşam arasındaki bağlantıyı kurmakta zorlandıklarını belirterek fizik eğitimine biyomimikriyi entegre edebilecek bir öğretim programı önerisi sunmaktadır. Literatür taramasına dayalı olarak yürütülen bu çalışmada araştırmacı doğadan ilham alınarak tasarlanan teknolojik icatlara yer vererek bu örneklerin sınıf ortamında nasıl kullanılabileceğine değinmektedir. Ancak her iki çalışmada da daha önce de belirtildiği

gibi uygulamaya dönük bir aşama bulunmamaktadır. Bu nedenle lise düzeyinde biyomimikrinin fen eğitimine dâhil edilebilmesi için sunulan program önerilerinin gelişimine imkân veren uygulamaya dönük çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Biyomimikriye dayalı ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalar incelendiğinde uygulamaya dönük araştırmalarla karşılaşılmaktadır. Örneğin NGSS performans beklentilerine göre uyarlanmış STEM etkinlikleri geliştiren Gencer vd. (2020) 5. sınıf öğrencileriyle yürüttükleri çalışmalarında öğrencilerin geliştirilen etkinlikler sayesinde yapı ve fonksiyon arasında bağlantılar kurabildiklerini ve tasarım görevlerini başarıyla tamamlayabildiklerini belirlemişler ve bu durumu biyomimikrinin STEM aracılığıyla ortaokul öğrencilerinin tasarım becerilerini geliştirebilecek bir öğretim aracı olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Çoban ve Coştu (2021) ise 5. sınıf öğrencilerine yönelik geliştirdikleri Biyomimikri Öğretim Yaklaşımıyla biyomimikriyi fen eğitimine dâhil etmişlerdir. Öğrencilerin süreç sonunda çoğunlukla kendilerine sunulan örneklerle tasarım fikri üretseler de geçmişte üretilenlerden farklı ürünler ortaya koymalarını geliştirilen yaklaşımın yaratıcı ve uygulanabilir sonuçlar verdiği yönünde yorumlamışlardır. Canbazoglu-Bilici vd. (2021) de ortaokul öğrencileri için Çevre Eğitimi dersinde hava kirliliğine karşı çevre dostu tasarımlar üretilmesinin beklendiği etkinliklerle biyomimikriyi fen eğitimine dâhil etmişlerdir. 8. sınıf düzeyinde 24 öğrencinin katıldığı bu çalışmada öğrenciler birer mühendis gibi çalışarak mühendislik tasarım uygulamaları hakkında bilgi ve deneyim sahibi olmuşlar, biyomimikri, hava kirliliği ve canlıların yapısal özellikleri gibi bilimsel kavramları keşfetmişlerdir.

Canlılar ve tasarımlar arasında biyomimikriye dayalı kurulan analogilerin uzamsal düşünme becerilerinin gelişimine ne tür katkılar sağlayabileceğini araştıran Zhu ve Klapwijk (2022) ise 11-12 yaş düzeyinde 16 öğrenci ile yürüttükleri çalışmalarında biyomimikrinin tasarım fikirleri üretilirken uzamsal düşünme sürecini zenginleştirdiğini, yeni tasarım fikirlerinin üretimine yardımcı olduğunu ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Biyomimikriyle yürütülen fen derslerinin etkililiğine ilişkin öğrenci görüşlerini inceleyen Aydın ve Kaptan, (2023) da 5. ve 7. sınıfa devam eden 10 öğrenci ile yürüttükleri çalışmalarında derste uygulanan biyomimikriye dayalı fen etkinliklerine ilişkin; öğrencilerin motivasyonlarını artırdığı, yaratıcılıklarını geliştirdiği, yeni fikirler üretmelerine katkı sağladığı, anlamlı ve kalıcı öğrenmelerine yardımcı olduğu, eğlenerek öğrendikleri, farklı derslerde de olmasını istedikleri, doğaya

daha yakın hissettikleri yönünde görüş bildirdikleri görülmüştür. Sonuç olarak ortaokul düzeyinde yürütülen çalışmaların üniversite düzeyinde yürütülen çalışmalarda olduğu gibi uygulamaya dönük ve öğretim sürecine dayalı şekilde gerçekleştirildiği gözlenmektedir.

Biyomimikriye dayalı daha küçük yaş gruplarında yürütülen çalışmalar incelendiğinde ise biyomimikrinin eğitim ortamlarına ortaokul düzeyinde olduğu gibi daha çok STEM yaklaşımıyla ve mühendislik tasarım süreciyle dâhil edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Örneğin Amerikan Ulusal Fen Bilimleri Öğretmenleri Birliğinin NGSS kazanımlarına dayalı olarak 4. sınıflar için geliştirdikleri yedi günlük eğitim programı incelendiğinde öğrencilerden bitkilerdeki adaptasyon sistemlerini inceleyerek tasarım üretmeleri beklenmiştir. Süreç sonunda çalışmaya katılan öğrencilerin matematik, fen ve doğayı birbiri ile ilişkilendirerek anlamlı tasarım çözümleri ürettikleri tespit edilmiştir (Tank vd., 2015). Walker vd. (2016) ise yine 4. sınıflara yönelik geliştirdikleri etkinliklerle öğrencilerin günlük yaşam problemlerinin çözümünde doğadaki canlıların insanlara nasıl yardım ettiğini keşfetmelerini amaçlamışlardır. Bunun için öğrencilerin karıncaları doğada inceleyerek yapı ve davranışlarını gözlemledikleri, keşfettikleri stratejilerle kendi tasarım fikirlerini ürettikleri ve bu fikirleri üç boyutlu modele dönüştürdükleri bir çalışma süreci izlenmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin ders boyunca aktif bir katılım gösterdikleri, öğrendikleri bilgileri uygulayarak yapı ve fonksiyon ilişkisine dair derin bir anlayış geliştirdikleri görülmüştür. Sumrall vd. (2018) ise 1. sınıf düzeyinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğrencileri dörderli gruplara ayırarak işbirlikli çalışmaya dayalı biyomimikri uygulaması yaptırmışlardır. Başlangıçta çeşitli biyomimikri örneklerinin sunulduğu bu çalışmada öğrencilerin doğayı gözlemleyerek kendi kamuflaj tasarımlarını çizmeleri istenmiştir. Süreç sonunda öğrenciler çizdikleri kamuflaj tasarımlarını sınıfla paylaşmışlardır. Araştırmada öğrencilerin doğanın işleyişi hakkında farkındalık kazandıkları ve yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiği ortaya konmuştur. Türkiye’de ise Yakışan ve Velioğlu, (2019) 4. sınıfa devam eden 58 öğrenciden, kendi istedikleri bir hayvanı seçerek tasarım fikri üretmelerini beklemişlerdir. Öğrencilerin çizimlerini tematik olarak analiz eden araştırmacılar çalışma sonunda yapılan tasarım tercihlerinin yaşanılan coğrafi çevreye ve sosyalleşilen ortamlara göre şekillendiğini tespit etmişlerdir. Ancak çalışmada öğrencilere çizimlerinden önce herhangi bir biyomimikri eğitimi verilmemiştir. Mirici vd. (2021) ise özel yetenekli öğrencilere eğitim veren bir kurumda biyomimikriye dayalı gerçekleştirdikleri yaz atölyesi programında argüman üretme

becerilerinin nasıl geliştiğini incelemiştir. 10 yaş düzeyinden 8 özel yetenekli öğrenciyle yürüttükleri bu çalışmada sunulan tatlı su canlılarının makro, mikro ve alt mikro yapılarını inceleyerek öğrencilerin ne tür tasarımlar geliştirebileceklerini çizerek grupça tartışmaları ve buna ilişkin argümanlar üretmeleri beklenmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin öğrendikleri canlı yapıları sayesinde zihinlerindeki kavramsal imgelerin zenginleştiği, ürettikleri argümanların daha nitelikli hale geldiği ve problem çözme, yaratıcı düşünme, analitik düşünme becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak biyomimikriye dayalı yürütülen çalışmaların genellikle ortaokul ve üniversite düzeyindeki öğrencileri kapsadığı, ilkokul ve lise düzeyinde yürütülen çalışmaların oldukça sınırlı kaldığı göze çarpmaktadır. Ayrıca ortaokul ve üniversite düzeyindeki öğrencilerle yürütülen çalışmalarda, kullanılan yöntemler, elde edilen bulguların analizi, öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri gibi kapsamlı bilgilere yer verilirken; ilkokul düzeyinde bu bilgilere yeterince yer verilmediği ve elde edilen sonuçların daha çok öğretmenlerin sınıf içi etkinlik raporlarına veya bireysel çalışmalarına dayandığı gözlemlenmektedir (Tank vd., 2015; Walker vd., 2016). Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde ise ilkokul düzeyinde yalnızca iki çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmaların birinde ise öğrencilerin herhangi bir eğitim almadan tasarım fikri üretmeleri beklenmektedir. Bu nedenle sürecin biyomimikri adımlarını yansıtmadığı düşünülmektedir. Dolayısıyla gerek ulusal literatürde gerekse de uluslararası literatürde fen eğitiminde biyomimikri kullanımının özellikle ilkokul düzeyinde bilimsel açıdan yeterince ele alınmadığı, uygulamaya dönük araştırmalara ihtiyaç duyulduğu gözlenmektedir. Öte yandan erken yaşlardan itibaren öğrencilerde bilimsel süreç becerilerinin gelişimi, yapı-fonksiyon ilişkisinin keşfi ve STEM eğitiminin önemi sıklıkla vurgulansa da bu yaş gruplarında sınırlı sayıda çalışmaya rastlanması ilkokul öğrencilerine yönelik bu becerileri hedef alan program geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ayrıca yapılan çalışmaların birçoğunda biyomimikrinin, yaratıcı düşünme teknikleri ile desteklenmediği görülmektedir. Bu durum ise öğrencilerin tasarım fikri üretme konusunda zorluk yaşamalarına neden olabilmektedir (Bakırhoğlu, 2012; Boğa, 2013; Stevens vd., 2021). Dolayısıyla yapılan çalışmada tasarlanan program ile literatürdeki var olan eksikliklerin giderilmesi ve öğrencilerin istenilen becerilerde gelişim göstermesi hedeflenmektedir.

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde araştırma modeli, araştırma prosedürü, çalışma ekibi, uzman ekibi, katılımcılar, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve verilerin analizine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada biyomimikriye dayalı fen öğretim programının tasarımı ve geliştirilmesi amaçlandığından tasarım tabanlı araştırma modeli kullanılmaktadır. Tasarım tabanlı araştırma ilk olarak 90'lı yıllarda Brown (1992) ve Collins (1992) tarafından tasarım deneyleri ismiyle ortaya atılmış daha sonra birbirinden küçük farklarla ayrılan tasarım araştırması, geliştirme araştırması, gelişimsel araştırma ve biçimlendirici araştırma isimleriyle anılmıştır. 2003 yılında Tasarım Tabanlı Araştırma Birliği (Design Based Research Collective) birbirine oldukça benzeyen bu kavramları tek bir çatı altında toplayarak “Tasarım Tabanlı Araştırma” kavramını ortaya koymuştur. Tasarım, kuram ve uygulamanın etkileşimine dayanan tasarım tabanlı araştırma, eğitimde teori ve uygulama arasındaki uyumsuzluklara getirilen eleştiriler nedeniyle son yıllarda eğitimcilerin dikkatini çekmektedir (Van den Akker vd., 2006). Bu bağlamda Wang ve Hannafin (2005) tasarım tabanlı araştırmayı araştırmacı ve katılımcıların gerçek uygulama ortamlarında iş birliği içinde olduğu, analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama süreçlerinin döngüsel olarak tekrarlandığı, kuramların ve tasarım ilkelerinin eğitim uygulamalarını iyileştirmek amacıyla bağlama duyarlı olarak geliştirildiği sistematik ve esnek bir araştırma yöntemi olarak tanımlamaktadır.

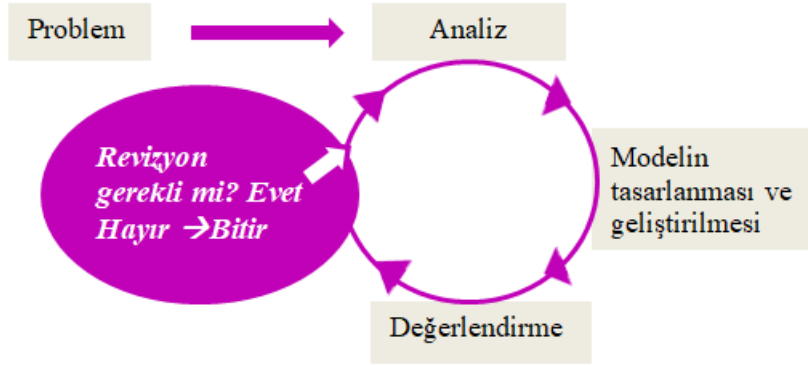
Eğitimde var olan güncel programlar incelendiğinde öğrencilerin sıklıkla modern çağın gerektirdiği bilgi ve becerilere ulaşabilmeleri için yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim kurma, ürün tasarlama, strateji geliştirme, çevre ve doğa farkındalığı kazanma gibi becerilerinin gelişimine vurgu yapıldığı görülmektedir (Asal, 2020; Cortese, 2003; English ve King, 2015; MEB, 2018; 2024). Bunun için yeni yöntem ve tekniklerin kullanıldığı uygulamaya dönük bir eğitim anlayışı önerilmektedir (English ve King, 2015; MEB, 2018). Ancak literatür incelendiğinde teorik olarak belirlenen bu hedeflerin uygulamaya yeterince aktarılamadığı ve özellikle ilkökul düzeyinde öğretmenlerin mühendislik ve tasarım temelli faaliyetlere çekimser kaldıkları göze çarpmaktadır (Hacıoğlu vd., 2016; MEB, 2018). Bu durum hem öğrencilerin akademik başarısını hem de Türkiye'nin uluslararası düzlemdeki başarısını olumsuz etkilemektedir

(Hacıoğlu vd., 2016). Dolayısıyla eğitimde teori ve uygulama arasındaki tutarsızlığın yarattığı kayıplardan yola çıkarak bu çalışmada teorik çerçevenin ve belirlenen hedeflerin uygulamayla birlikte ele alındığı tasarım tabanlı araştırma yaklaşımı benimsenmektedir (Van den Akker vd., 2006; Wang ve Hannafin, 2005). Çalışma bu yönüyle var olan programlara bir eleştiri getirip farklı bir anlayış ortaya koymayı amaçladığından eleştirel paradigmaya dayanmaktadır (Glesne, 2015). Araştırmacılar tarafından eleştirel paradigma, insan ürünü olan kalıplaşmış değerlerin “normal olma” ve “olağanlık” durumlarını sorgulayarak çarpıtılmış değerlerin sürekliliklerini nasıl devam ettirdiklerini ve bu sürekliliği kırmamanın yollarını arayan yanlı bir paradigma olarak tanımlanmaktadır (Glesne, 2015; Creswell, 2013). Genel olarak bu paradigmada nitel araştırma yöntemlerinin hâkim olduğu görülmektedir (Creswell, 2013).

Tasarım tabanlı araştırmada araştırmacı sürecin bir parçası olarak araştırmayı katılımcılarla iş birliği halinde yürütmekte, çalışma ekibiyle birlikte süreç içinde gerçekleştirilecek müdahaleleri tasarlayarak sistematik olarak uygulamaya geçirmekte, sonuçları gözden geçirerek tasarımı geliştirmekte ve tekrar uygulamaktadır (Cobb vd., 2003). Buna yönelik izlenen süreç Şekil 3.1’deki gibi şematize edilmektedir.

Şekil 3.1.

Tasarım Tabanlı Araştırma Yaklaşımı



Kaynak: Plomp, 2013, s.22’den uyarlanmıştır.

Gravemeijer ve Cobb (2006) tasarım tabanlı araştırma sürecini uygulama öncesi hazırlık aşaması, uygulama aşaması ve değerlendirme aşaması olarak üç aşamaya ayırmaktadır. Hazırlık aşamasında uygulama sırasında geliştirilip zenginleştirilebilecek varsayımsal bir öğretim tasarımı geliştirilmektedir. Bunun için literatür taramasına dayalı olarak bağlam ve problem analizi yapılmakta, araştırma ekibiyle hedefler, başlangıç noktası ve tasarım ilkeleri ortaya konulmakta, geliştirilecek öğretimsel aktiviteler, kullanılacak araçlar,

yöntemler gibi konularda ihtiyaç analizi yapılmakta ve ekiple birlikte taslak bir öğretim planı hazırlanmaktadır. Uygulama aşamasında tasarlanan yapı hedef kitleye uygulanmakta, yapılan biçimlendirici değerlendirmeler ve revizyonlarla tasarım iyileştirilmekte, geliştirilen yapı tekrar uygulanmaktadır. Araştırmacı tasarımın yeterince iyileştirildiği kanısına varana kadar bu tasarım döngüleri devam etmektedir. Değerlendirme aşamasında ise yapılan müdahalenin hedef kitle üzerinde etkili olup olmadığı, uygulayıcılar tarafından pratik bulunup bulunmadığı ve katılımcıların araştırma sonrasında uygulamaya istekli olup olmadıkları değerlendirilmektedir. Bu aşamalarda gerçekleştirilen döngülerin her biri için araştırmacı sistematik yansıtımlar yapmakta ve verileri doküman haline getirmektedir. Çalışma sonunda ise tüm araştırmayı tasvir etmekte ve elde edilen bulguları tasarım ilkeleri ve kavramsal çerçeveye dayalı olarak değerlendirmektedir.

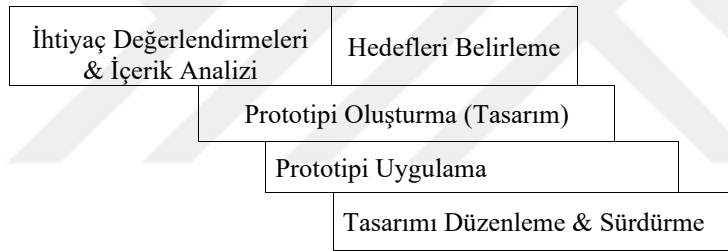
Tasarım tabanlı araştırmalarda veri toplama ve analiz süreci araştırmanın amacına ve ortaya çıkan ihtiyaçlara göre nitel veya nicel yöntemlerle yürütülebilmektedir (Kuzu vd., 2011). Örneğin araştırmacılar öğrenci performansı hakkında veri toplamak için anketler veya testler kullanabilirken; sınıf ortamındaki değişiklikleri belgelemek için gözlemlerden yararlanabilmektedirler (Wang ve Hannafin, 2005). Benzer şekilde tasarımın geliştirilebilmesi için öğrenci ve uygulayıcılarla derinlemesine görüşme, uzman görüşleri, doküman analizi gibi yöntemler kullanılırken anketlerden de yararlanılabilmektedir (McCandliss vd., 2003). Kullanılacak olan yöntemler çalışma sürecinde ortaya çıkan gereksinimler doğrultusunda değişiklik gösterebilmektedir (Wang ve Hannafin, 2005).

Eğitimsel tasarım araştırmalarında zaman içinde çeşitli öğretim tasarımı modellerinin geliştirildiği görülmektedir. Bu modellerden bazıları klasik araştırma tasarımı yaklaşımına dayandığı için uygulamada esneklik sağlamadığı gerekçesiyle eleştirilmektedir (Boulet, 2009; Tripp ve Bichelmeyer, 1990). Bu eleştirilerden yola çıkan Hızlı Prototipleme (HP) Modeli ise tasarım tabanlı bir araştırma modeli olarak hem öğretim materyallerini ve öğrenme ortamını daha kısa sürede tasarlamayı amaçlamakta hem de çalışmada öğrenci katılımını ve esnekliği artırmaktadır (Camm, 2012). Bunun için ilk olarak tasarımın belli kritik özelliklerini test etmek amacıyla küçük ölçekli bir prototip geliştirilmesi önerilmektedir. Böylece çalışmanın erken aşamalarında gerekli düzenlemelerin fark edilerek zaman alıcı revizyonların ortadan kaldırılması

hedeflenmektedir. Öğretim, öğrencilere prototip olarak sunulduktan sonra son aşamaya kadar bu prototip tekrar eden döngülerle geliştirilmektedir. Bu geliştirme sürecinde öğrenciler, alan uzmanları, uygulayıcılar ve çalışma ekibi sürekli iletişim halinde bulunmaktadır. Böylece tasarım gereksinimleri çalışma sonunda değil uygulama sürecinde karşılanarak tasarımın geliştirme süresi ve maliyeti azaltılmaktadır. Döngüler sonucunda araştırmacı ve çalışma ekibi tasarımın yeterince geliştiği kanısına vardıldıktan sonra süreç sonlandırılmaktadır (Boulet, 2009; Camm, 2012; Tripp ve Bichelmeyer, 1990). Bu çalışmada da öğretimsel tasarım modeli olarak Hızlı Prototipleme Modeli kullanılmaktadır. Çalışmanın hazırlık aşamasında ihtiyaç ve içerik analizlerinin ardından uygulama için öğretimin ilk taslağı hazırlanmakta, uygulama sürecinde ise öğretim taslağı yeniden düzenlenerek yapılan geliştirmelerle son hali verilmektedir. Şekil 3.2. ve Şekil 3.3'te Hızlı Prototipleme Modelinin şekilsel olarak gösterimi bulunmaktadır.

Şekil 3.2.

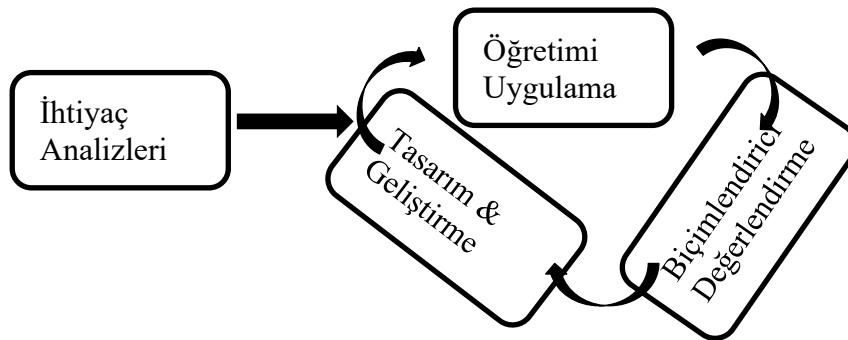
Hızlı Prototipleme Modeli



Kaynak: Tripp ve Bichelmeyer, 1990, s. 36.

Şekil 3.3.

Hızlı Prototipleme Modeli Döngüleri



Kaynak: Tripp ve Bichelmeyer, 1990, s. 36.

3.2. Araştırma Prosedürü

Araştırma, uygulama öncesi hazırlık aşaması, uygulama ve geliştirme aşaması ve değerlendirme aşaması olarak üç adımdan oluşmaktadır. *Uygulama öncesi hazırlık* aşamasında araştırmacı biyomimikri ve öğretimine yönelik yapmış olduğu literatür taramasının ardından öğretim programında yer alacak ders planlarının ve tasarım sürecinin geliştirilmesi amacıyla içinde kendisinin de yer aldığı fen bilimleri, kimya, biyoloji, temel eğitim ve özel yeteneklilerin eğitimi alanlarında uzman olan dört üye ve içinde uygulayıcı öğretmenin de yer aldığı üç sınıf öğretmeninden oluşan toplam yedi üyenin bulunduğu bir çalışma ekibi oluşturmuştur. Çalışma ekibinde yer alan üyeler bir sonraki başlıkta daha detaylı açıklanmaktadır. Bahsedilen çalışma ekibiyle birlikte ilkokul düzeyinde biyomimikriye dayalı fen öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan temel ihtiyaçlar belirlenmiş, ele alınabilecek konulara yönelik içerik havuzu oluşturulmuş ve öğretim taslağı geliştirilmiştir. Ekip üyeleriyle birlikte haftalık olarak gerçekleştirilen toplantılarda ders içeriklerine, biyomimikri etkinliklerine, öğretim materyallerine, ders planlarına, değerlendirme araçlarına ve uygulama çizelgesine karar verilmiştir. Araştırmanın *uygulama ve geliştirme aşamasında* çalışma ekibiyle birlikte oluşturulan taslak program 4. sınıf düzeyinde bir şubeye uygulanmış, sınıf içi aktiviteler gözlemlenmiş, sınıf öğretmeni ve öğrencilerle görüşmeler yapılmış, derslere yönelik geri bildirimler alınmış ve bu aşama için çalışma ekibinden farklı olarak oluşturulan bir uzman ekibi ile paylaşılmıştır. Üç uzmandan oluşan uzman ekibi derslerin işleniş sürecine ilişkin görüşlerini bildirerek karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Bu önerilere dayalı olarak ders planlarında ve öğretim sürecinde düzenlemeler yapılmış, sınıf ortamında uygulanmıştır. Araştırmanın *değerlendirme aşamasında* ise uygulama ve geliştirme aşamasından elde edilen veriler araştırmacı tarafından kavramsal çerçeve ile birlikte değerlendirilerek tasarıma son hali verilmiştir. Her bir aşamada izlenen adımlar Tablo 3.1’de yer almaktadır.

Tablo 3.1.*Araştırma Süreci Adımları*

Araştırma Basamağı	Araştırma Prosedürü	Veri Toplama Araçları	Araştırma Basamağının Çıktıları
<i>Hazırlık Aşaması</i> - İhtiyaç ve içerik analizleri - Öğretim taslağının geliştirilmesi	- Biyomimikri ve öğretimine yönelik literatür taraması - Çalışma ekibinin oluşturulması - Çalışma ekibiyle toplantıların yapılması	- Çalışma ekibinin görüşleri - Toplantı kayıtları - Araştırmacı günlüğü	- İçerik havuzunun oluşturulması - Haftalık olarak ders içeriklerine, biyomimikri etkinliklerine, materyallere, ders planlarına, değerlendirme araçlarına ve uygulama çizelgesine karar verilmesi - İlk uygulama için öğretim taslağının hazırlanması
<i>Uygulama ve Geliştirme Aşaması</i> Taslak programın uygulanması ve geliştirilmesi	- Taslak programın uygulanması - Sınıf içi aktivitelerin ve katılımcı davranışlarının gözlenmesi - Katılımcılardan geri bildirimlerin alınması ve - Öğrenci ürünlerinin incelenmesi	- Katılımcı görüşleri - Etkinlik gözlemleri - Uzman ekibinin görüşleri - Öğrenci günlükleri - Öğrenci ürünleri - Araştırmacı günlüğü	- Uzman ekibiyle paylaşılan veriler doğrultusunda gelen önerilerin uygulanması - Tasarımın revize edilmesi
<i>Değerlendirme Aşaması</i> Elde edilen verilerin kavramsal çerçeve ile birlikte değerlendirilerek tasarıma son halinin verilmesi	- Verilerin analiz edilmesi ve bulgulara ulaşılması - Bulguların literatüre dayalı kavramsal çerçeve ile birlikte yorumlanması		Tasarıma son halinin verilmesi

3.3. Çalışma Ekibi

Tasarım tabanlı araştırmalarda öğrencilerin öğrenme süreçlerinden sorumlu olan, uzmanların ve uygulayıcıların iş birliği içinde olduğu bir çalışma ekibinin oluşturulması önerilmektedir (Gravemeijer ve Cobb, 2006). Hazırlık aşamasında bu ekip sınıf içi etkileşimleri ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini göz önünde bulundurarak uygulanması hedeflenen öğretim etkinliklerini geliştirmektedir (Gravemeijer ve Cobb, 2006). Bu noktadan hareketle yürütülen çalışmada geliştirilen program içeriğinin, etkinliklerinin, öğretim materyallerinin ve sürecinin tasarlanmasında görev alan uzmanları ve uygulayıcı öğretmenlerden oluşan yedi kişilik bir çalışma ekibi oluşturulmuştur.

Çalışma ekibi üyelerinden ilki fen bilimleri eğitimi alanında uzman olan ve aynı zamanda Üstün Yetenekliler Eğitim Programlarında (ÜYEP) özel yetenekli öğrencilere eğitim veren bir uzman öğretmendir. Bu programda, özel yetenekli öğrenciler tanılanarak bireysel farklılıklarına uygun farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş bir eğitim sunulmaktadır. Ekibin ikinci üyesi fen bilimleri ve biyoloji alanında uzman olan biyokimya, biyoteknoloji, nanoteknoloji, çevre biyolojisi ve mikrobiyoloji gibi alanlarda bilimsel çalışmaları bulunan ve bu alanlarda lisans düzeyinde eğitim veren bir akademisyendir. Ekibin üçüncü üyesi temel eğitim alanında uzman olan Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) bilim ve doğa eğitimi veren bir uzman öğretmendir. Ekibin dördüncü üyesi doğa, eğitim ve sürdürülebilirlik temelli atölyelerle farklı yaş grubundan öğrencilere kent yaşamında doğa ile iç içe olabilecekleri alternatif bir eğitim sunan AB destekli ve belediye iş birlikli bir okulda eğitim veren aynı zamanda devlet okulunda görev yapan bir sınıf öğretmenidir. Ekibin beşinci üyesi özel yetenekliler eğitimi alanında uzman olan, fen bilimleri ve yaratıcılık üzerine çalışmalar yapan araştırmacının kendisidir. Ekibin altıncı üyesi programın uygulanacağı okulda 3. sınıf düzeyinde öğretmenlik yapan bir sınıf öğretmenidir. Bu sınıf öğretmeni aynı zamanda bir sonraki eğitim-öğretim döneminde programı sınıfında uygulayan öğretmendir. Ekibin yedinci üyesi de aynı okulun başka bir 3. sınıf şubesinde eğitim veren bir sınıf öğretmenidir.

Araştırmanın *uygulama öncesi hazırlık aşamasında* ekip üyeleri ilkökul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı fen öğretim programının tasarlanması için 10 hafta boyunca *biyomimikri hazırlık aşaması* ve *biyomimikri uygulama aşamasına* yönelik toplantılar gerçekleştirmiştir. Bu toplantılarda haftalık olarak uygulanacak ders planları hazırlanmış, ders içeriklerine, biyomimikri etkinliklerine, kullanılacak materyallere,

değerlendirme araçlarına ve uygulama çizelgesine karar verilmiştir. Geliştirilen ders planlarının ve tasarım sürecinin yaş düzeyine, sınıf koşullarına, okul takvimine uygunluğu, sınıf ortamında uygulanabilirliği, süre bakımından yeterliliği gibi konularda programın uygulanacağı okulda görev yapan sınıf öğretmenlerinden görüşleri alınmış, öneriler geliştirilmiş ve planlar üzerinde düzenlemeler yapılmıştır. Çalışma ekibiyle birlikte gerçekleştirilen toplantıların tarihi, süresi ve içeriğine yönelik bilgiler Tablo 3.2’de yer almaktadır.

Tablo 3.2.

Çalışma Ekibi Toplantı Tarihleri, Süreleri ve İçerikleri

Toplantılar	Tarih	Süre	İçerik
1. Toplantı	10.03.2022	1 saat 22 dakika	Biyomimikri Öğretim Modelinin ve İzlenecek Sürecin Tanıtımı
2. Toplantı	17.03.2022	1 saat 11 dakika	Ders içerikleri ve uygulama sürecinin planlanması
3. Toplantı	24.03.2022	1 saat 15 dakika	1. dönem için 1. ders planının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi
4. Toplantı	31.03.2022	1 saat 17 dakika	1. dönem için 2. ve 3. ders planlarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi
5. Toplantı	07.04.2022	1 saat 15 dakika	
6. Toplantı	14.04.2022	1 saat 34 dakika	1. dönem için 4., 5., 6. ve 7. ders planlarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi
7. Toplantı	21.04.2022	1 saat 21 dakika	
8. Toplantı	05.05.2022	1 saat	
9. Toplantı	14.05.2022	50 dakika	Tasarım haftalarının ve öğrenci çalışma sürecinin planlanması ve değerlendirilmesi
10. Toplantı	23.06.2022	52 dakika	Genel değerlendirme

Yapılan 10 toplantı sonucunda program için toplamda 7 ders planı hazırlanmış ve öğrencilerin kendi tasarımlarını ortaya koyacakları 5 haftalık tasarım süreci planlanmıştır. Böylece 2018 Yılı Fen Bilimleri Öğretim Programının 1. döneminde yer alan ünite ve konulara yönelik 7 hafta ders ve 5 hafta tasarım olmak üzere 12 haftalık bir öğretim programı oluşturulmuştur.

3.4. Uzman Ekibi

Çalışmanın *uygulama ve geliştirme aşamasında* araştırmacı sürecin işleyişine yönelik uzman görüşü almak üzere üç üyeden oluşan uzman ekibi oluşturmuştur. Uzman ekibini oluşturan üyelerden ilki fen bilimleri eğitimi ve uzaktan eğitim alanlarında uzman olan, uzaktan eğitimde bilim ve teknoloji, sanal laboratuvarlar ve uzaktan eğitimde etkileşim

ve iletişim konularında bilimsel çalışmaları bulunan ve aynı zamanda lisansüstü düzeyde araştırma yöntemleri ve tasarımına yönelik dersler yürüten bir akademisyendir. Uzman ekibini oluşturan üyelerden ikincisi araştırmanın çalışma ekibinde de bulunan fen bilimleri ve biyoloji alanında uzman olan akademisyendir. Bu üye aynı zamanda lisansüstü düzeyde mikrobiyoloji alanına yönelik dersler yürütmektedir. Uzman ekibini oluşturan üyelerden üçüncüsü ise özel yeteneklilerin eğitimi alanında uzman olan, aynı zamanda bu alana yönelik nitel araştırma deneyimi bulunan ve özel yetenekli öğrencilerin psikososyal gelişimi, akademik gelişimi, kariyer gelişimi, sosyal-duygusal gelişimi ve rehberliği gibi konularda çalışmaları bulunan bir akademisyendir. Bu ekip üyeleri, uygulama süreci belirli bir sistematığa oturana kadar araştırmacıya geri dönütler vermiş, bu dönütler doğrultusunda programda düzenlemeler yapılmış ve devamında program, araştırmacı ve uygulayıcı öğretmen ile birlikte yürütülmüştür.

Uzman ekibi ile birlikte tasarlanan ders planlarının uygulandığı 5. haftaya kadar toplantılar yapılmış, bu toplantılarda; *öğrencilerle yapılan görüşmelerin veri zenginliği açısından 2-3 kişilik odak grup görüşmeleri halinde yürütülmesine, öğrencilere algılanan öğrenmeye yönelik soruların yöneltilmesine, ders planlarına güdüleme amaçlı etkinliklerin eklenmesine, dersler uygulanmadan önce öğretmen ile birlikte ders planlarının üzerinden geçilmesine, görüşme verilerinin bilişsel, duyuşsal ve davranışsal olarak sınıflandırılmasına ve öğrenci ürünlerinin resmetme yerine model oluşturma şeklinde ortaya konulmasına karar verilmiştir.*

Uzman ekip ile birlikte yapılan toplantıların tarihleri ve sürelerine ilişkin bilgiler Tablo 3.3'te yer almaktadır.

Tablo 3.3.

Uzman Ekibi Toplantı Tarihleri, Süreleri ve İçerikleri

Toplantılar	Tarih	Süre
1. Toplantı	24.10.2022	1 saat 20 dakika
2. Toplantı	02.11.2022	1 saat 12 dakika
3. Toplantı	07.11.2022	55 dakika
4. Toplantı	14.11.2022	50 dakika
5. Toplantı	28.11.2022	48 dakika

Uzman ekip ile birlikte yürütülen 5 haftalık sürecin ardından araştırmacı, programı uygulayıcı öğretmen ile birlikte yürütmeye devam etmiştir. Bu süreçte gerçekleştirilen uygulamalara dair ise tez danışmanlarını bilgilendirmiştir.

3.5. Katılımcılar

Literatüre göre canlılarda yapı-fonksiyon ilişkisinin keşfi ve biyomimikriye dair kazanımlar 4. sınıfta daha büyük bir netlik kazandığı için çalışmada amaçlı örnekleme yoluyla belirlenen Eskişehir’de bir devlet okulunun 4. sınıf öğrencileri yer almıştır (NGSS, 2013a; Büyüköztürk vd., 2015). Tasarlanan program bu okulun 4. sınıf düzeyindeki bir şubesinde öğrenim gören 40 öğrenciye uygulanmıştır. Programa dair görüşme verileri ise sınıf öğretmeni ve bu sınıfta öğrenim gören 9 öğrenci olmak üzere toplam 10 kişiden toplanmıştır. Bu öğrenciler, program öncesinde araştırmacı tarafından yapılan 5 haftalık sınıf gözlemi ve sınıf öğretmenin görüşleri doğrultusunda fen bilimleri dersinde gösterdikleri katılım ve başarı düzeylerine göre düşük, orta ve yüksek olarak belirlenen kategorilerde yer alan öğrencilerdir. Sınıf öğretmeni ve görüşme yapılan öğrencilere ilişkin bilgiler, katılımcılara kendi isimleri yerine kod isimler verilerek Tablo 3.4’te sunulmaktadır.

Tablo 3.4.

Görüşme Verilerinin Toplanmasında Yer Alan Katılımcılara İlişkin Bilgiler

Öğretmen Adı	Branş	Cinsiyet	Kıdem	Yaş	
Buket	Sınıf Öğretmeni	Kadın	16	39	
Öğrenci Adı	Yaş	Cinsiyet	Düzy	Anne Mesleki Durumu	Baba Mesleki Durumu
Özgür	10 yaş	Erkek	Yüksek	Hemşire	Doktor
Duygu	10 yaş	Kız	Yüksek	Öğretmen	Mühendis
Elif	9 yaş	Kız	Yüksek	Memur	Polis
Semih	10 yaş	Erkek	Orta	Ev hanımı	Bankacı
Afra	9 yaş	Kız	Orta	Memur	Satış temsilcisi
Batuhan	9 yaş	Erkek	Orta	Serbest meslek	Öğretmen
Ebru	9 yaş	Kız	Düşük	Kantin görevlisi	İşçi
Murat	10 yaş	Erkek	Düşük	Ev hanımı	Esnaf
Aysu	9 yaş	Kız	Düşük	Ev hanımı	Özel güvenlik

Tablo 3.4'e göre program sürecince görüşme yapılan öğrenciler 9-10 yaş aralığında 4'ü erkek, 5'i kız olmak üzere 9 öğrencidir. Sınıfında programın uygulandığı sınıf öğretmeni ise 39 yaşında ve kadındır. Sınıf Öğretmenliği Lisans Programından mezun olan uygulayıcı öğretmen 16 yıllık bir mesleki deneyime sahiptir. Bununla birlikte bir üniversite projesi kapsamında sınıfında belirlenen 6 öğrenci ile birlikte 2020-2021 Eğitim-Öğretim Yılı Döneminde STEM çalışması yürütmüştür. Tabloda yer alan öğrencilerden Özgür, Duygu ve Elif bu 6 öğrencinin içinde yer almaktadır. Diğer öğrenciler ise STEM çalışmasına katılmamışlardır.

Araştırmadan önce okul yönetimine, programı uygulayan sınıf öğretmenine, araştırmaya katılan öğrencilere (40 öğrenci) ve öğrencilerin velilerine araştırmanın amacı, kapsamı, nasıl yürütüleceği ve katılımcı hakları konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirme okul yönetimine EK-7'de yer alan İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzni belgesi ile beraber sözlü olarak yapılmış, öğretmen ise programın *uygulama öncesi hazırlık aşamasında* sözel olarak bilgilendirilmiş, program başlamadan önce EK-2'de yer alan gönüllü katılım formu imzalatılmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler ise program başlamadan önce sınıf ortamında bilgilendirilmiş, EK-3'te yer alan öğrenci gönüllü katılım formu imzalatılmıştır. Aileler de EK-4'te yer alan aile izin formu çerçevesinde bilgilendirilmiş; öğrencilerin katılımına onay vermeleri halinde formu imzalamaları istenmiştir. Tüm veliler formları imzalayarak öğrenciler aracılığıyla araştırmacıya ulaştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin ve sınıf öğretmenin gerçek isimleri gizlenmiş ve kod isimler kullanılmıştır.

3.6. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımına dayalı tasarım tabanlı bir araştırma yürütülmüştür. Nitel araştırmalarda araştırmacı alanda zaman geçirerek ortamı tanıyan, olgu ve olayları doğası içinde gözlemleyen, ortamdaki kişilerle birlikte deneyimleyen, sosyal becerilerini kullanarak ortamdaki kişilerle iletişim kuran, çeşitli yöntemlerle ortamdan bilgi toplayan ve bu bilgileri yorumlayarak kendi görüşlerini ortaya koyan kişidir. Dolayısıyla yapılan çalışmalarda araştırmacının rolü açık ve net bir şekilde tanımlanmalıdır (Creswell, 2013; Glesne, 2015; Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Araştırmacı lisans eğitimini ve yüksek lisans eğitimini üstün zekâlılar öğretmenliği programında tamamlamış; aynı zamanda fen bilgisi öğretmenliği programında çift anadal yapmıştır. Yüksek lisans ve doktora sürecinde üstün zekâlılar eğitimi, yaratıcılık ve fen

bilimleri eğitimi alanlarında dersler almış, ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel çalışmalar yapmıştır. Bu noktada çalışmanın *uygulama öncesi hazırlık aşamasında* fen bilimleri öğretim müfredatını, MEB kazanımlarını ve literatürü inceleyerek teori ve uygulama arasında uyumsuzlukların varlığını belirlemiş; bir çözüm yolu olarak biyomimikrinin yaratıcı düşünme, problem çözme, ürün geliştirme gibi becerilerle ilkökul düzeyinde bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kullanılabileceğini tespit etmiştir. Tasarım tabanlı araştırmaların eğitim ortamlarında teori ve uygulama arasındaki uyumsuzluklara getirdiği bir öneri olarak ise uzmanlar ve uygulayıcıların bir arada olmasına imkân veren bir çalışma ekibi oluşturmuştur. Bu çalışma ekibinde üyeler ile var olan teorik durum, sınıf koşulları ve uygulamada karşılaşılan sorunlar tartışılmış, uygulayıcı öğretmenlerin deneyimleri ve öngörülerini göz önünde bulundurularak sınıf ortamında uygulanabilecek ders planları ve tasarım süreci planlanmıştır. Bu aşamada araştırmacı, üyeler arasında koordinasyonu sağlayan, onlarla birlikte ders planlarını geliştiren, geliştirilen planlara ilişkin görüş ve önerilerini sunan, uygulayıcı öğretmen ve diğer üyelerin getirdiği öneriler doğrultusunda planları ve tasarım sürecini toplantı sonrası revize eden bir rol üstlenmiştir.

Çalışmanın *uygulama ve geliştirme aşamasından* önceki 5 haftalık süreçte araştırmacı programın uygulanacağı sınıfta bulunarak gözlemler yapmış, öğrencilerin fen bilimleri dersine katılım ve başarı durumlarını incelemiştir. *Uygulama ve geliştirme aşamasında* ise yine sınıf ortamında uygulayıcı öğretmen ile birlikte bulunarak ihtiyaç duyulan noktalarda müdahale etmiş (öğrencilerin sorularını cevaplandırma, tasarım sürecinde grupları öğretmen ile birlikte kontrol etme vb.), planları öğretmen ile birlikte dersten bir gün önce öğretmenler odasında tekrar etmiş, sınıf ortamında öğrencileri ve öğretmeni gözlemlemiş, ders sonrasında öğrenciler ve sınıf öğretmeni ile görüşmeler yapmış ve öğrencilerin biyomimikri günlüklerini toplamıştır. Oluşturduğu uzman ekibi ile ise uygulama sürecini, katılımcı görüşlerini ve kendi deneyimlerini paylaşmış, uzmanların görüş ve önerilerini almış, buna dayalı olarak programda düzenlemeler yapmıştır. Uygulama sonrası *değerlendirme aşamasında* ise verileri içerik analizine dayalı olarak analiz etmiş, çıkan bulguları rapor etmiş ve bunları kavramsal çerçeve ile birlikte yorumlayarak tasarıma son halini vermiştir.

3.7. Veri Toplama Araçları

Tasarım tabanlı araştırmalarda her çalışmanın kendine özgü doğası gereği ihtiyaç duyduğu yöntemler farklılaşmaktadır. Kimi araştırmalarda nicel ve nitel veri toplama araçları birlikte kullanılırken kimi zaman ayrı kullanılmaktadır (Ay, 2022; McCandliss, vd., 2003; Kuzu vd., 2011; Wang ve Hannafin, 2005). Bu çalışmada da biyomimikrinin fen bilimleri öğretim programına entegrasyonuna ilişkin çalışma ekibi üyelerinin izlediği sürecin analiz edilebilmesi için nitel veri toplama araçlarından *çalışma ekibi toplantı kayıtları* ve katılımcıların programa dair yaşadıkları deneyimlerin sürece dayalı bir şekilde analiz edilebilmesi için *gözlem, görüşme, doküman incelemesi, ürün incelemesi, video ve ses kayıtları, araştırmacı günlüğü ve katılımcı günlüğünden* yararlanılmıştır.

3.7.1. Çalışma ekibi toplantı kayıtları

Araştırmanın *uygulama öncesi hazırlık* aşamasında çalışma ekibi üyeleri, biyomimikriyi fen bilimleri öğretim programına entegre ederken yapmış oldukları toplantıları Zoom üzerinden yürütmüşlerdir. Toplantı öncesi ekip üyelerinin onayı alınarak bu toplantıların video ve ses kayıtları alınmıştır. 10.03.2022 ve 23.06.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen 10 toplantıda kayıt altına alınan 717 dakika deşifre edilmiş ve bu veriler analiz edilerek 4. bölümde yer alan “*İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programına Bir Yaratıcılık Yaklaşımı Olarak Biyomimikrinin Entegrasyonuna İlişkin Bulgular*” başlığı altında değerlendirilmiştir.

3.7.2. Gözlem

İnsan davranışlarının incelenmesi için doğal ortamlarda yapılan gözlemler, nitel araştırma yöntemlerinin temel veri toplama araçlarından biridir (Creswell, 2013; Ekiz, 2013; Glesne, 2015). Bu çalışmada da ilk olarak program başlamadan önceki 5 haftalık süreçte araştırmacı, öğrencilerin kendisine alışmalarını sağlamak amacıyla fen bilimleri dersinin birer saatini sınıf ortamında gözlemlemiş ve öğretmen görüşlerini de alarak görüşme yapılacak öğrencileri belirlemiştir. 15.09.2022-13.10.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu süreçte araştırmacı yürütülen derslere müdahalede bulunmadığı için gözlemci kimliğinin ve araştırma süresinin açıkça belirtildiği katılımcı olmayan gözlemci rolünü üstlenmiştir (Creswell, 2013; Ekiz, 2013; Glesne, 2015).

İkinci olarak ise program başladığında 11 hafta boyunca programa dayalı olarak işlenen 26 ders saati araştırmacı tarafından sınıf içinde gözlemlenmiş; yürütülen ders süreci ve

sınıf içi etkileşimler doğal sürecin eksiksiz kaydedilmesi, sözlü ve sözsüz verilerin gözden kaçırılmaması ve tasarımın geliştirilmesinde kullanılacak veri kaybının önlenmesi amacıyla kamera kaydına alınmıştır. 20.10.2022-17.01.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu süreçte araştırmacı, ihtiyaç duyulan noktalarda ders sürecine müdahalede bulunduğu için katılımcı olarak gözlemci rolünü üstlenmiştir (Creswell, 2013; Ekiz, 2013; Glesne, 2015). Katılımcı gözlem sürecinde işlenen derslerin, öğretim sürecinin, öğrenci etkileşimlerinin, öğretmen davranışlarının, öğrenme ortamının vb. analizlerin yapılabilmesi amacıyla ortalama 40’ar dakikalık 26 ders saati deşifre edilerek “Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanması ve Geliştirilmesi Sürecine İlişkin Bulgular” başlığı altında değerlendirilmiştir.

3.7.3. Görüşme

Nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan veri toplama araçlarından bir diğeri görüşmedir (Creswell, 2013; Ekiz, 2013). Yarı-yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacının önceden hazırlamış olduğu sorularla ve görüşme formatıyla sistematik ve karşılaştırılabilir bilgiler sunan, görüşme sırasında araştırmacıya esneklik sağlayan, insanların duygu, düşünce tutum ve hislerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bir veri toplama aracıdır (Creswell, 2013; Ekiz, 2013; Glesne, 2015; Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada da tasarımın *uygulanması ve geliştirilmesi aşamasında* program başlamadan önce belirlenen 9 öğrenciyle ve sınıf öğretmeniyle birlikte her dersin ardından haftalık olarak yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler programın uygulandığı ilk hafta öğrencilerle bireysel olarak teneffüs aralarında okulun destek eğitim odasında; sınıf öğretmeniyle ise haftanın salı günü 3. ve 4. ders saatleri aralığında öğretmenler odasında yapılmıştır. Sonraki haftalar için ise uzman ekibinden gelen öneriler doğrultusunda öğrenci görüşmelerinde etkileşimden doğan veri zenginliğinin de sağlanabilmesi amacıyla 2-3 öğrencinin bir arada olduğu küçük odak grupları halinde soruların yöneltilmesine karar verilmiştir. Ancak bu şekilde veri zenginliğinin sağlanmasının yanında görüşme sürelerinin uzaması sebebiyle öğrencilerin derslerden geri kalmamaları adına işlenen derslerden sonra öğrenci ve veliler bilgilendirilerek görüşmeler Zoom üzerinden yürütülmüştür. Öğrencilerin sınav haftasına denk gelmesi nedeniyle ise yalnızca tasarım sürecinin 3. haftasında katılımcılarla görüşme yapılmamıştır. Öğrencilerle ve sınıf öğretmeniyle yapılan bu görüşmelere dair bilgiler Tablo 3.5’te yer almaktadır.

Tablo 3.5.*Katılımcılar ile Yapılan Görüşme Tarihleri, Yerleri ve Süreleri*

Görüşmeler	Görüşülen Kişiler	Tarih	Yer	Süre
1. ders sonrası görüşmeler	Duygu	21.10.2022	Destek eğitim odası	15 dakika
	Semih	21.10.2022	Destek eğitim odası	13 dakika
	Elif	21.10.2022	Destek eğitim odası	17 dakika
	Aysu	21.10.2022	Destek eğitim odası	11 dakika
	Özgür	21.10.2022	Destek eğitim odası	18 dakika
	Ebru	24.10.2022	Destek eğitim odası	9 dakika
	Murat	24.10.2022	Destek eğitim odası	12 dakika
	Batuhan	24.10.2022	Destek eğitim odası	15 dakika
	Afra	24.10.2022	Destek eğitim odası	13 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	25.10.2022	Öğretmenler odası	36 dakika
2. ders sonrası görüşmeler	Özgür, Afra, Ebru	28.10.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 23 dakika
	Elif, Batuhan, Murat	28.10.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 30 dakika
	Duygu, Semih, Aysu	29.10.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 17 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	29.10.2022	Zoom Görüşmesi	33 dakika
3. ders sonrası görüşmeler	Özgür, Afra, Ebru	03.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 35 dakika
	Semih, Batuhan, Murat	04.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 26 dakika
	Elif, Duygu, Aysu	04.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 42 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	05.11.2022	Zoom Görüşmesi	30 dakika
4. ders sonrası görüşmeler	Özgür, Afra, Ebru	10.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 33 dakika
	Semih, Batuhan, Murat	10.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 30 dakika
	Elif, Duygu, Aysu	11.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 36 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	11.11.2022	Zoom Görüşmesi	37 dakika
5. ders sonrası görüşmeler	Duygu, Afra, Ebru	25.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 25 dakika
	Semih, Batuhan, Murat	25.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 27 dakika
	Elif, Özgür, Aysu	26.11.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 43 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	26.11.2022	Zoom Görüşmesi	32 dakika
6. ders sonrası görüşmeler	Duygu, Semih, Aysu	09.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 31 dakika
	Özgür, Batuhan, Murat	09.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 38 dakika
	Elif, Afra, Ebru	10.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 29 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	10.12.2022	Zoom Görüşmesi	42 dakika
7. ders sonrası görüşmeler	Duygu, Semih, Aysu	16.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 37 dakika
	Özgür, Batuhan, Murat	16.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 43 dakika
	Elif, Afra, Ebru	17.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 35 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	17.12.2022	Zoom Görüşmesi	51 dakika
1. tasarım haftası sonrası görüşmeler	Özgür, Batuhan, Ebru	23.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 34 dakika
	Semih, Murat, Afra	24.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 29 dakika
	Elif, Duygu, Aysu	24.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 32 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	25.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 29 dakika
2. tasarım haftası sonrası görüşmeler	Duygu, Semih, Ebru	30.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 33 dakika
	Özgür, Batuhan, Murat	30.12.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 31 dakika
	Elif, Afra, Aysu	02.01.2022	Zoom Görüşmesi	1 saat 36 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	02.01.2023	Zoom Görüşmesi	44 dakika
4. tasarım haftası sonrası görüşmeler	Duygu, Semih, Ebru	13.01.2023	Zoom Görüşmesi	1 saat 22 dakika
	Özgür, Batuhan, Murat	13.01.2023	Zoom Görüşmesi	1 saat 30 dakika
	Elif, Afra, Aysu	14.01.2023	Zoom Görüşmesi	1 saat 30 dakika
	Uygulayıcı öğretmen	14.01.2023	Zoom Görüşmesi	39 dakika

[Tablo 3.5. (Devam) *Katılımcılar ile Yapılan Görüşme Tarihleri, Yerleri ve Süreleri*]

5. tasarım haftası sonrası görüşmeler	Elif, Semih, Ebru Özgür, Batuhan, Murat Duygu, Afra, Aysu Uygulayıcı öğretmen	17.01.2023 17.01.2023 18.01.2023 18.01.2023	Zoom Görüşmesi Zoom Görüşmesi Zoom Görüşmesi Zoom Görüşmesi	1 saat 32 dakika 1 saat 36 dakika 1 saat 35 dakika 46 dakika

Uygulama sırasında yöneltilen görüşme soruları program başlamadan önce araştırmacı tarafından hazırlanmış sonrasında ise beş uzmandan görüş alınmıştır. Gelen öneriler doğrultusunda son hali verilen görüşme soruları uygulama sürecinde öğrencilere ve sınıf öğretmenine yöneltilmiştir. Öğrencilere ve sınıf öğretmenine yönelik hazırlanan görüşme soruları EK-5 ve EK-6’da yer almaktadır.

21.10.2022 ve 18.01.2023 tarihleri arasında gerçekleştirilen toplantılarda kayıt altına alınan 3362 dakika deşifre edilmiş ve bu veriler analiz edilerek 4. bölümde yer alan “Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanması ve Geliştirilmesi Sürecine İlişkin Bulgular” başlığı altında değerlendirilmiştir.

3.7.4. Öğrenci günlüğü

Günlükler bireylerin, eylemlerini, duygularını, tutumlarını ve nelere tepki verdiklerini anlamaya yarayan, nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan veri toplama araçlarından biridir (Elliott, 1991; Fraenkel vd., 2017). Bu çalışmada da öğrenci günlükleri öğrencilerin geliştirilen etkinliklere ve işlenen ders sürecine yönelik yazılı görüşlerini almak için kullanılmıştır. Sınıftaki tüm öğrenciler biyomimikriyle ilgili her dersten sonra görüşlerini günlüklerine kaydetmişlerdir. Bu günlüklerden elde edilen veriler analiz edilerek 4. bölümde yer alan “Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanması ve Geliştirilmesi Sürecine İlişkin Bulgular” başlığı altında değerlendirilmiştir.

3.7.5. Doküman incelemesi

Doküman incelemesi araştırılması istenen olgu ve olaylar hakkında bilgi içeren materyallerin incelenmesini kapsamaktadır (Creswell, 2013; Glesne, 2015; Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu bağlamda öğrencilerin hazırladıkları ödevler, raporlar, sınav kağıtları, dosyalar vb. ürünler eğitim ile ilgili araştırmalarda birer veri kaynağı olarak kullanılabilir (Bogdan ve Biklen, 1992’den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2013). Yapılan çalışmada da öğrencilerin işledikleri derslere yönelik edindikleri bilgi ve becerileri incelemek üzere doldurdıkları etkinlik kağıtları ve ödevler, biyomimikri üretebilme becerilerini incelemek üzere ise süreç sonunda ortaya koydukları ürünler

doküman incelemesi kapsamında değerlendirilerek 4. bölümde yer alan “Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanması ve Geliştirilmesi Sürecine İlişkin Bulgular” başlığı altında kullanılmıştır.

3.7.6. Araştırmacı günlüğü

Araştırma süreci boyunca araştırmacının gözlem ve düşüncelerini kaydetmek için kullanılan araştırmacı günlüğü, elde edilen verilerin kodlanması ve analizinde araştırmacıya destek olmakta, sürecin netleştirilmesine ve şeffaf bir hale getirilmesine katkı sağlamaktadır (Elliott, 1991; Johnson, 2015). Bu çalışmada da araştırmacı, programın *uygulama öncesi hazırlık aşamasında* yapılan çalışma ekibi toplantılarının öncesinde ve sonrasında tuttuğu günlüklerle alınan kararları, karşılaşılan problemleri ve gerçekleştirilen ilerlemeyi kaydetmiş; *uygulama ve geliştirme aşamasında* ise işlenen derslerin öncesinde ve sonrasında tuttuğu günlüklerle bu sürece ilişkin izlenimlerini ve veriler doğrultusunda programda yapılan değişiklikleri takip etmiştir.

3.8. Verilerin Analizi

Verilerin analizi, araştırma sorularını yanıtlamak üzere toplanan verilerin anlamını ortaya çıkarma süreci olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2013). Bu süreçte farklı yaklaşımlar söz konusu olabilmekle birlikte nitel araştırmalarda genellikle betimsel analiz ve içerik analizi olmak üzere iki temel analiz süreci önerilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Betimsel analizde verilerin değerlendirilmesi, önceden belirlenmiş temalar kapsamında yapılırken; içerik veya tümevarım analizinde kavramlara ve ilişkilere ulaşma söz konusu olduğundan betimsel analizde fark edilmeyen yeni kavram ve temalar da ortaya çıkabilmektedir (Patton, 2014; Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada da ele alınan biyomimikri kavramı ilkökul düzeyi için eğitim alanında henüz yeni bir kavram olduğundan toplanan veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir.

Tasarım tabanlı araştırmalarda analiz süreci tasarlanacak modele ilişkin literatür taraması, uzman görüşleri, uygulayıcı görüşleri, var olan güncel durumun analizi gibi süreçlerle başlamaktadır (Ay, 2022). Bu çalışmada da ilk olarak çalışma ekibi ile birlikte taslak öğretim programının hazırlanmasına yönelik uygulama öncesi *hazırlık aşamasında* yürütülen işleyişin ortaya konulabilmesi için yapılan toplantılar makro düzeyde analiz edilmiştir. Tasarlanan program uygulandıktan sonra ise bu toplantılardan elde edilen 717 dakikalık video kayıtları deşifre edilerek metne dökülmüş, MAXQDA 2020 nitel veri analizi programıyla mikro düzeyde analiz edilmiştir. Ulaşılan kod ve temalar neticesinde

elde edilen bulgular, doğrudan alıntılara da yer verilerek bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

Çalışmanın *uygulama ve geliştirme aşamasında* ise program uygulanırken kaydedilen ilerlemenin ortaya konulabilmesi için sınıf ortamında işlenen dersler, tasarım süreci ve yapılan görüşmeler süreç boyunca makro düzeyde analiz edilmiştir. Program uygulandıktan sonra ise yapılan görüşmelerden elde edilen 3362 dakikalık ses kayıtları ve işlenen derslerden elde edilen video kayıtları deşifre edilerek metne dökülmüş, MAXQDA 2020 nitel veri analizi programıyla mikro düzeyde analiz edilmiştir. Ulaşılan kod ve temalar neticesinde elde edilen bulgular doğrudan alıntılara da yer verilerek bütüncül bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Bu süreçte öğrencilerin doldurmuş oldukları etkinlik kağıtları, ödevler, biyomimikri günlükleri ve ürünler destekleyici veri olarak kullanılmıştır.

Çalışmada araştırmacı tarafından metne dökülen ses ve video kayıtlarının doğrulanması için çalışma ekibi toplantı kayıtlarının, ders kayıtlarının ve görüşmelerin yaklaşık %20'lik bir bölümü (Barber ve Walczak, 2009) rastlantısal olarak seçilip daha önce nitel araştırma yapmış ve doktora düzeyinde eğitime devam eden başka bir uzmana gönderilmiş ve kayıtların doğru şekilde yazıya aktarıldığı gönderilen uzman tarafından teyit edilmiştir. Verilerin mikro analizi sürecinde ise araştırmacı ulaştığı kodları tezin danışmanlığını yürüten iki akademisyene göndermiş ve ortak değerlendirmelerini alarak nihai formunu vermiştir.

3.9. İnandırıcılık

Nitel araştırmalarda inandırıcılığı sağlamaya yönelik güvenilmeye layık olma, onaylanabilirlik, tutarlılık, aktarılabilirlik gibi stratejiler önerilmektedir (Creswell, 2013; Uzuner, 2005; Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada da nitel yöntemlere dayalı tasarım tabanlı bir araştırma yürütüldüğünden bu stratejilerden yararlanılmıştır. Çalışmada inandırıcılığı sağlamak üzere araştırma ortamında uzun süreli kalma, düzenli gözlemler yapma, bu gözlemleri kayıt altına alma, veri çeşitlemesi yapma, uzmanlar ve çalışma ekibinin görüşlerini alma, tüm katılımcı görüşlerini yansıtma, görüşmeleri ses kaydına alma gibi stratejiler benimsenmiştir.

Nitel araştırmalarda güvenilmeye layık olma stratejisini sağlamak üzere verilerin kontrolünü sağlayan bir ekibin oluşturulması önerilmektedir. Bu ekip, araştırma sürecinin araştırma amaçları doğrultusunda gerçekleşip gerçekleşmediğini kontrol etmektedir

(Creswell, 2013; Stringer, 2008; Uzuner, 2005). Çalışmanın *uygulama öncesi hazırlık aşamasında* araştırmacı, öğretim programını oluşturmak üzere içinde alan uzmanlarının ve uygulayıcılarının yer aldığı bir çalışma ekibi oluşturmuştur. Bu çalışma ekibi bir yandan öğretim programının içeriğini tasarlarlarken diğer yandan tasarlanan içeriği kontrol ederek öneriler geliştirmiştir. Ekipte yer alan uygulayıcı öğretmen ise programın gerçek bağlamda uygulanabilirliğine ilişkin değerlendirmeler yaparak uzman ekip üyelerine fikirler ve öneriler vermiştir. Çalışmanın *uygulama ve geliştirme aşamasında* ise araştırmacı, uygulama sürecinin işleyişine yönelik görüş almak üzere içinde tez danışmanının da yer aldığı bir uzman ekibi oluşturmuştur. Bu ekip, programın işleyişini takip ederek süreci kontrol etmiş ve uygulamaya yönelik araştırmacıya dönütler vererek programın iyileştirilmesine katkı sağlamıştır.

Nitel araştırmalarda güvenilmeye layık olma stratejisini sağlamak üzere önerilen diğer yol, farklı veri toplama araçlarından bilgi edinilerek veri çeşitlemesinin sağlanmasıdır (Creswell, 2013; Stringer, 2008; Uzuner, 2005). Bunun için ise araştırmada gözlem, görüşme, öğrenci ürünleri, öğrenci günlükleri, araştırmacı günlüğü gibi farklı veri toplama araçlarına yer verilmiştir. Nitel araştırmalarda inandırıcılığı sağlamaya yönelik önerilen yollardan bir diğeri, araştırma ortamında uzun süre kalınması ve sistematik gözlemler yapılarak kayıt altına alınmasıdır (Glesne, 2015; Stringer, 2008; Uzuner, 2005). Araştırmacı, programdan önce görüşme yapılacak öğrencilerin belirlenmesi sürecinden itibaren 15 Eylül 2022-13 Ocak 2023 tarihleri arasında beş ay boyunca araştırma ortamında bulunarak gözlemler yapmış, sınıf ortamında gerçekleştirilen etkinliklerin ve derslerden sonra yapılan görüşmelerin video ve ses kayıtlarını almıştır.

Nitel araştırmalarda inandırıcılığı sağlamak üzere önerilen stratejilerden bir diğeri aktarılabilirliktir. Aktarılabilirlik, sonuçların benzer bağlamlarda uygulanabilir olduğuna dair araştırmanın ayrıntılı bir şekilde betimlenmesini ifade etmektedir (Creswell, 2013; Stringer, 2008; Uzuner, 2005). Bunun için araştırmada çalışma ekibi toplantıları, öğrenci ve öğretmenlerle yapılan görüşmeler, öğrenci günlükleri, araştırmacı günlüğü, video kayıtları, öğrenci ürünleri gibi farklı veri toplama araçlarıyla sürece dair derinlemesine bilgi toplanarak tüm süreç ayrıntılı bir şekilde betimlenmiş ve verilerin yorumlanmasında doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Nitel araştırmalarda onaylanabilirlik verilerin tarafsızlığını ifade etmektedir (Stringer, 2008). Buna yönelik araştırmacı, günlüğüne hazırlık ve uygulama süreci boyunca

yansıtımlar yapılmış, toplanan verilerden doğrudan alıntılar sunularak bulgular yorumlanırken tarafsız olmaya çalışılmıştır.

Nitel araştırmalarda tutarlılık, araştırmacının baştan sona gerçekleştirdiği araştırma etkinliklerinde tutarlı davranıp davranmadığını ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bunun için verilerin kodlanması sürecinde araştırmacı anlamlara ve kavramlara dair ortak bir dil kullanarak kavramsal tutarlılığa özen göstermiş, programın hazırlık aşamasında aynı çalışma ekibi üyelerinden ve uygulama ve geliştirme aşamasında ise aynı uzman ekibi üyelerinden görüş almıştır.

3.10. Araştırma Etiği

İnsanın dahil olduğu tüm çalışmalarda dikkat edilmesi gereken bazı etik ilkeler ve kurallar bulunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmanın da yürütülebilmesi için öncelikle Anadolu Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan etik kurul onay belgesi, Eskişehir İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden ise araştırma izni formu alınmıştır. Alınan belge ve formlar EK-7 ve EK-8 yer almaktadır.

Araştırmaya başlamadan önce ise katılımcılara bilgilendirme yapılarak izinleri alınmış, gönüllülük ilkesi gereği çalışmaya katılmak veya devam etmek istememeleri halinde çalışmadan ayrılma haklarının bulunduğu söylenmiştir. Buna yönelik bütün katılımcılara çalışmaya başlamadan önce gönüllü katılım formu imzalatılmıştır. Bu formda araştırmacının katılımcılara karşı sorumluluklarına ve katılımcıların haklarına yer verilmiştir. Aynı şekilde katılımcı öğrencilerin ailelerine de çalışma hakkında bilgileri, öğrencilerin sahip oldukları hakları ve çalışmada benimsenen gönüllülük ilkesini içeren aile izin formu imzalatılmıştır. Bunun yanı sıra katılımcılardan ve katılımcı öğrencilerin ailelerinden gelen sorular araştırmacı tarafından cevaplandırılmıştır. Raporlaştırma sürecinde ise katılımcılara kod isimler verilerek gerçek kimlikleri gizli tutulmuştur. Çalışmada katılımcıların psikolojik yönden zarar görmemelerine dikkat edilmiştir.

3.11. Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Tasarlanması Süreci

Programın uygulama öncesi hazırlık aşamasında çalışma ekibi ile birlikte 2022-2023 Eğitim Öğretim Yılı'nın güz döneminde uygulanmak üzere toplam 7 ders planı geliştirilmiştir. Ardından öğrencilerin dönem sonunda tasarımlarını ortaya koyacakları 5 haftalık Biyomimikri Uygulama Aşaması Adımları planlanmıştır. Öğrencilerde hedeflenen beceri gelişimlerinin sağlanabilmesi ve süreç sonunda tasarımların ortaya

konulabilmesi için hazırlanan ders planları ve uygulama aşaması adımlarının sırasıyla ve ardıl bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Çalışma ekibinin 1. dönem Fen Bilimleri Dersi konularıyla ilişkilendirdiği ders planları ve öğrenci tasarımlarının ortaya konulacağı Biyomimikri Uygulama Aşaması adımları Tablo 3.6’da yer almaktadır.

Tablo 3.6.

1. Dönem Fen Bilimleri Konuları ile İlişkilendirilen Biyomimikri Ders Planları ve Uygulama Aşaması Adımları

1. DÖNEM			
1. Dönem Uygulama Haftası	Ders Planları ve Biyomimikri Adımları	İlişkilendirilen Ünite ve Konular	Saat
1. Hafta	1. Ders Planı Doğayı Gözlemleme ve Takdir Etme	Besinlerimiz / Besinlerin Tazeliği ve Doğallığı	2 saat
2. Hafta	2. Ders Planı Yapı-Fonksiyon İlişkisi Kurma	Konudan Bağımsız	2 saat
3. Hafta	3. Ders Planı Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma	Konudan Bağımsız	3 saat
4. Hafta	4. Ders Planı Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma (Beyin Fırtınası)	Kuvvetin Etkileri / Kuvvetin Hızlandırıcı Etkisi	2 saat
5. Hafta	5. Ders Planı Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma (Analoji)	Kuvvetin Etkileri / Kuvvetin Yavaşlatıcı Etkisi	3 saat
6. Hafta	6. Ders Planı Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma (Sinektik)	Kuvvetin Etkileri / Mıknatısın Günlük Yaşamda Kullanım Alanları	2 saat
7. Hafta	7. Ders Planı Ölçütlere Göre Yapılan İcatları Değerlendirme	Maddenin Özellikleri / Suda Yüzen ve Batan Maddeler	3+1 saat
Biyomimikri Uygulama Aşaması			
8. Hafta	Gözlem, keşfetme,		2 saat
9. Hafta	Resmetme, beyin fırtınası		2 saat
10. Hafta			2 saat
11. Hafta	Taklit etme		2 saat
12. Hafta	Paylaşma		2 saat

Yapılan toplantılarda geliştirilen ders planlarının beşi sırasıyla Besinlerimiz, Kuvvetin Etkileri ve Maddenin Özellikleri ünitelerinde yer alan konularla ilişkilendirilmiştir. 2. ve 3. ders planları ise (*Yapı-fonksiyon ilişkisi kurma, Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma*) öğrencilerin mümkün olduğunca çok farklı canlı örnekleri ile karşılaşabilmeleri ve çeşitli alanlardan örneklerle biyomimikriyi tanıyabilmeleri amacıyla

ünite konusundan bağımsız olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen ders planlarına ve tasarım sürecine dair bilgilere bir sonraki bölümde yer verilmektedir.

3.11.1. Biyomimikri Öğretim Modeli'ne dayalı olarak geliştirilen ders planları ve biyomimikri tasarım haftaları

Biyomimikri Öğretim Modeli'ne göre öğrencilere kazandırılması hedeflenen ilk adım “Doğayı Gözlemleme ve Takdir Etme” adımıdır. Besinlerin Tazeliği ve Doğallığı konusu ile ilişkilendirilen bu adımda temel olarak öğrencilerin fotoğraflar, videolar veya doğa gözlemleri aracılığıyla canlıları gözlemlemeleri, insanlarla canlıların ortak yönlerini fark etmeleri ve çevrelerindeki doğayı takdir etmeleri amaçlanmaktadır. Bunun için ders planında öğrencilerin; hazırlanan bilgi kartları, fotoğraflar ve videolar aracılığıyla doğadaki canlıların zor koşullara karşı besinlerini nasıl koruduklarını grupça ve bireysel olarak gözlemlemeleri, soru-cevap tekniği ve grup tartışması yoluyla sahip oldukları stratejileri birbirleriyle ve sınıf öğretmeniyle tartışmaları ve değerlendirme soruları aracılığıyla insanların ve canlıların besinlerini koruma yöntemleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları karşılaştırmaları sağlanmaktadır. Dersin sonunda ise doğadaki canlıların besinlerini korumak dışında başka yönlerden de insanlara benzedikleri ve buldukları yöntemlerle insanlara fikir bile verebildikleri açıklanarak bir sonraki ders için kendilerine verilen araştırma ödevi ile ders sonlandırılmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modeli'ne göre öğrencilere kazandırılması hedeflenen ikinci adım “Yapı-Fonksiyon İlişkisi Kurma” adımıdır. Bu adımda temel olarak öğrencilerin canlılarda ne tür yapılar olduğunu ve bu yapıların onlara sağladığı yararları keşfetmeleri amaçlanmaktadır. Geliştirilen ders planında ilk olarak öğrencilerin kendilerine verilen araştırma ödevini sınıfla paylaşmaları istenmekte ve kaplumbağalarda bulunan kabuk yapısının önemi, verilen ödev ile ilişkilendirilerek öğrencilere açıklanmaktadır. Daha sonra öğrencilerin kendilerine dağıtılan canlı kartlarını grupça incelemeleri sağlanarak bu kartlarda bulunan canlılara ait yakınlaştırılmış fiziksel yapıların onlara sağladığı yararları ve problem çözümündeki avantajları soru-cevap tekniğiyle tartışılmaktadır. Tartışmanın ardından hazırlanan görsel ve videolarla canlılardaki yapıların görevleri ve işlevleri öğretmen tarafından öğrencilere açıklanmaktadır. Son olarak boşluk doldurma etkinliği ile öğrencilerin yapı-fonksiyon ilişkisi kurma konusunda pratiklik kazanmaları sağlanmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modeli'ne göre öğrencilere kazandırılması hedeflenen üçüncü adım “Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma” adımıdır. Bu adımda temel olarak öğrencilerin farklı disiplin alanlarından ve günlük yaşamdan örneklerle biyomimikri kavramını tanımaları ve etraflarındaki canlıların doğaya uyumlu şekilde problemlerini çözebilmeleri için doğanın prensiplerinden nasıl yararlandıklarını keşfetmeleri amaçlanmaktadır. Bu amaçla öğrencilere günlük hayattan bir problem durumu yöneltilerek bilim insanlarının bu soruna nasıl çözüm bulduklarını tahmin etmeleri istenmekte ve Cırt Cırt Bandın İcadı isimli çizgi film izletilmektedir. Çizgi filmin ardından öğrencilere biyomimikrinin ne olduğu ve nasıl ortaya çıktığı açıklanarak hazırlanan video ve fotoğraflar aracılığıyla gösterilen canlılardan ne tür icatların yapılmış olabileceği sınıf ortamında tartışılmaktadır. Farklı alanlardan biyomimikri örnekleri öğrencilere tanıtıldıktan sonra öğrenciler gruplara ayrılmakta ve kendilerine verilen canlı ve tasarım kartlarını benzerliklerine göre eşleştirecekleri kart eşleme oyunu oynatılmaktadır. Kart eşleme oyununda grup cevapları tartışıldıktan sonra doğru cevaplar açıklanarak doğanın prensiplerini tanıma aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada da akıllı tahtaya yansıtılan video ve görseller aracılığıyla canlıların yaşamlarında karşılaştıkları problemlere karşı strateji geliştirirken doğanın prensiplerine nasıl uydukları açıklanmakta ve derste işlenen konular kısaca tekrar edilerek ders sonlandırılmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modeli'ne göre öğrencilere kazandırılması hedeflenen dördüncü adım “Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma” adımıdır. Bu adımda temel olarak öğrencilerin canlılar ile yapılan icatlar arasında ilişki kurmaları ve yaratıcı düşünme pratiği kazanmaları amaçlanmaktadır. Buna yönelik ilk olarak beyin fırtınası tekniğinin Kuvvetin Hızlandırıcı Etkisi konusuyla ilişkilendirildiği ders planında öğrencilere pelikan fotoğrafı gösterilerek derse başlanmakta ve bu canlıdan ilham alınan icatların neler olabileceğine dair beyin fırtınası tekniğinin adımları uygulanmaktadır. Ardından öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesi amacıyla perde ayak deneyi yaptırılmakta ve kuvvetin hızlandırıcı etkisini gözlemlmeleri sağlanmaktadır. Soru-cevap tekniği ile ise pelikanlarda bulunan perde ayak yapısının insanlara nasıl ilham olmuş olabileceği sınıfça tartışılarak yüzme eldivenlerinin bu icatlardan biri olduğu görseller ve videolar aracılığıyla açıklanmaktadır. Dersin sonunda ise kuvvetin hızlandırıcı etkisinin önemine ve doğadaki canlıların yapıları sayesinde insanlara ilham kaynağı olabileceğine vurgu yapılarak ders sonlandırılmaktadır. Bu derse dair geliştirilen ders planı örnek olarak EK-9'da sunulmaktadır.

Organizmalar ile yapılan icatlar arasında bağ kurma adımına yönelik ikinci ders planında analogilerle öğretim stratejisi, Kuvvetin Yavaşlatıcı Etkisi konusuyla ilişkilendirilmektedir. Bunun için öğrencilere uçan sincap ve kanatlı atlayış tulumu fotoğrafları gösterilerek analogilerle öğretim stratejisi adımları uygulanmaktadır. Sorulan sorular aracılığıyla bu stratejinin bilgi edinme, benzerlikleri listeleme ve farklılıkları listeleme aşamaları tamamlandıktan sonra öğrencilerden kendilerini bir mühendis gibi hayal ederek uçan sincaplardan ilham alınan tasarım prensibini çizimlerle resmetmeleri istenmektedir. Çizilen resimler sınıfta paylaşıldıktan sonra öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesi amacıyla paraşüt deneyi yaptırılmaktadır. Öğrencilerin kuvvetin yavaşlatıcı etkisini gözlemlerinin ardından deney üzerine konuşularak doğadaki diğer canlıların kuvvetin yavaşlatıcı etkisini insanlar ile benzer şekilde kullanabildikleri açıklanmaktadır. İnsanların doğadaki canlıları taklit ederek yaratıcı tasarımlar ortaya koydukları ve kendilerinin de ileride bu tür başarılarla imza atabilecekleri vurgulanarak ders sonlandırılmaktadır.

Organizmalar ile yapılan icatlar arasında bağ kurma adımına yönelik üçüncü ders planında sinektik tekniği, Mıknatısın Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları konusuyla ilişkilendirilmektedir. Bunun için öğrencilere mıknatısın günlük yaşamdaki kullanım alanlarına dair örnekler sunulduktan sonra hazırlanan görseller ve videolar aracılığıyla mıknatısın çalışma prensibi açıklanmaktadır. Ardından öğrencilere pusula ve posta güvercini fotoğrafları gösterilerek sinektik tekniğinin adımlarına geçilmektedir. Sorulan sorular aracılığıyla bu tekniğin bilgilendirme, kişisel analogi oluşturma, benzerlikleri ve farklılıkları listeleme aşamaları tamamlanıp doğrudan analogi kurma adımı uygulanmaktadır. Bu adımda “mıknatısın günlük yaşamda kullanım alanları” tartışmasına geri dönülerek öğrencilerden posta güvercini ve pusula analogisi gibi mıknatısın çeşitli kullanım alanları ile canlılar arasında benzerlik kurabilecekleri kendi doğrudan analogilerini oluşturmaları istenmektedir. Resmedilen analogiler sınıfa açıklandıktan sonra öğrencilerin kendi pusulalarını oluşturdıkları pusula deneyi yaptırılarak mıknatısın ve pusulanın çalışma prensibi tartışılmaktadır. Bu adımdan sonra mıknatısların ve manyetik alanın insanlar ve canlılar için önemi vurgulanarak her ikisinin de yön bulma konusunda benzer şekilde mıknatıslardan ve manyetik alandan yararlandıkları hatırlatılıp ders sonlandırılmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modeli'ne göre öğrencilere kazandırılması hedeflenen beşinci adım “Ölçütlere Göre Yapılan İcatları Değerlendirme” adımıdır. Suda yüzen ve batan maddeler konusu ile ilişkilendirilen bu adımda öğrencilerin geçmişte üretilen biyomimikriye dayalı icatları çeşitli ölçütlere göre değerlendirmeleri beklenmektedir. Bunun için suda yüzen ve batan maddelere dair örnekler tartışıldıktan sonra öğrencilere notiluslar ve denizaltılarla ilgili broşürler dağıtılarak içinde yer alan bilgileri sesli bir şekilde okumaları istenmektedir. Tahtaya yansıtılan fotoğraflar ve videolar aracılığıyla notilusların denizaltılara nasıl ilham olduğu ve denizaltıların çalışma prensibi öğrencilere görsel olarak açıklandıktan sonra öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini desteklemek üzere denizaltıların çalışma prensibini gösteren kartezyen dalgıç deneyi yaptırılmaktadır. Deneyin ardından öğrenciler gruplara ayrılarak şirket etkinliğine geçilmektedir. Her grubun bir şirketi temsil ettiği bu etkinlikte öğrencilerden kendilerine dağıtılan çalışma kâğıdındaki denizaltını doğanın prensiplerine göre değerlendirmeleri ve üçer ölçüt de kendilerinin eklemeleri istenmektedir. Gruplar belirlenen ölçütlere değerlendirmelerini yaptıktan sonra denizaltını alıp almayacaklarına dair kararları sınıfta tartışılıp değerlendirme yapmanın neden önemli olduğu ve yararları açıklanarak ders sonlandırılmaktadır.

Biyomimikri Öğretim Modeli'ne göre hazırlanan ders planlarının ardından öğrencilerin kendi tasarımlarını ortaya koyacakları 5 haftalık tasarım süreci planlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerin gözlemledikleri canlılardan yola çıkarak belirledikleri probleme ilişkin çözüm üretmeleri, bu çözümü ürüne dönüştürmeleri ve sınıf ortamında paylaşmaları beklenmektedir. Bunun için 1. ve 2. haftalarda öğrencilerin gruplara ayrılarak derste veya ders dışında ilgilerini çeken canlıları araştırarak gruplarında paylaşmaları, bu canlıların özelliklerini tartışmaları, en beğendikleri canlıya karar vermeleri ve belirledikleri özelliği kendilerine dağıtılan çalışma kâğıdına resmetmeleri istenmektedir. Sonrasında ise resmettikleri özellik ile neler tasarlayabileceklerine dair beyin fırtınası yapmaları, en beğendikleri fikri belirlemeleri ve bu fikri ürüne dönüştürebilmek için gerekli olan malzemeleri liste haline getirerek çalışma çizelgesine kaydetmeleri beklenmektedir. 3. ve 4. haftalarda belirledikleri ihtiyaç listesine göre kendilerine temin edilen malzemelerle fikirlerini grupça tasarıma dönüştürmeleri istenmektedir. 5. haftada ise öğrencilerden geliştirdikleri üründe hangi canlıdan ilham aldıklarını, bu canlı ile ürün arasında nasıl bir ilişki kurduklarını, hangi probleme çözüm ürettiklerini, bu çözümden kimlerin

yararlanabileceğini ve hangi doğa prensiplerine uyduklarını anlatan bir sunum hazırlayarak sınıfta sunmaları beklenmektedir.

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde toplanan verilerin analiz edilmesiyle ulaşılan bulgulara ve bulguları destekleyen alıntılara yer verilmektedir.

4.1. İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programına Bir Yaratıcılık Yaklaşımı Olarak Biyomimikrinin Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

Bu bölümde Biyomimikri Öğretim Modeli'ne dayalı olarak ders planları geliştirilirken çalışma ekibi tarafından dikkat edilen unsurlara yer verilmiştir. Bunun için çalışma ekibi ile birlikte yapılan toplantı kayıtları analiz edilerek ulaşılan temalar ve alt temalar Tablo 4.1'de yer almaktadır.

Tablo 4.1.

Ders Planlarının Geliştirilme Sürecine İlişkin Tema ve Alt Temalar

Tema	Alt Tema
Fen Öğretim Programına Uygunluk	Üniteler ile biyomimikri adımlarını ilişkilendirme Müfredat ve kazanıma uygunluk
Bilgi ve Beceri Gelişimi	Alan bilgisi ve farkındalık Bilimsel süreç becerileri Yaratıcı düşünme becerileri Değerlendirici düşünme becerileri Grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerileri İnce kas/motor becerileri
Yaş Düzeyine Uygunluk	Uygun dil ve örnek kullanımı Etkinlik ve materyallerin düzeye uygunluğu İlgi-merak uyandırma/ motivasyon
Bilimsellik	Kavram yanlışsından/ karmaşasından kaçınma Bilimsel terminolojiye uygunluk Bilimsel doğruluk/gerçeklik
Zaman ve Maliyet	Derslere ayrılacak süre Uygulama takvimi Ekonomiklik
Olası sınırlılıklar	Fiziki ve mevsimsel şartlar Etik unsurlar Sınav ve karne haftaları

[Tablo 4.1. (Devam) *Ders Planlarının Geliştirilme Sürecine İlişkin Tema ve Alt Temalar*]

Öneriler	Destekleyici kaynak ve materyal Ekip çalışması süreci Planların düzenlenmesi (zenginleştirme/ seyreltme/ revize etme) Materyal hazırlama/ geliştirme
Uygulayıcı Öğretmen Görüşleri	Öğretmen memnuniyeti Uygulanabilirlik

Yapılan çalışma ekibi toplantıları analiz edildiğinde ekip üyelerinin dikkat ettiği *i)* Fen öğretim programına uygunluk, *ii)* Bilgi ve beceri gelişimi, *iii)* Yaş düzeyine uygunluk, *iv)* Bilimsellik, *v)* Zaman ve maliyet, *vi)* Olası sınırlılıklar, *vii)* Öneriler ve *viii)* Uygulayıcı öğretmen görüşleri olmak üzere sekiz temaya ulaşılmıştır. Ulaşılan tema ve alt temalara ilişkin ayrıntılar ve destekleyici alıntılar aşağıda yer almaktadır.

4.1.1. Fen öğretim programına uygunluk

Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Fen Öğretim Programına Uygunluk temasına dair; üniteler ile biyomimikri adımlarını ilişkilendirme ve öğretim programı ve kazanıma uygunluk olmak üzere iki alt temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ilişkin kategoriler Tablo 4.2’de yer almaktadır.

Tablo 4.2.

Fen Öğretim Programına Uygunluk Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Üniteler ile biyomimikri adımlarını ilişkilendirme	• Uygun ünite ve konuları belirleme • Uygun örnekleri belirleme
Öğretim programı ve kazanıma uygunluk	

4.1.1.1. Üniteler ile biyomimikri adımlarını ilişkilendirme

İlkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı fen öğretim programı geliştirilirken çalışma ekibi üyeleri öncelikle geliştirilecek programın 4. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programına uygunluğunu dikkate almışlardır. Bu noktada ilk olarak Biyomimikri Öğretim Modeli Adımlarının ilişkilendirilebileceği ünite ve konular belirlenmiştir. Bunun için araştırmacı ve çalışma ekibi üyeleri tanıtım toplantısından sonra 4. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Müfredatını inceleyerek ünitelerde kullanılabilecek canlı ve biyomimikri örneklerini belirlemişler ve programın adımları ile nasıl ilişkilendirebileceklerini incelemişlerdir. Örneğin çalışma ekibi üyelerinden Ulaş Hocanın 2. toplantıdan önce belirlediği; üniteler ile ilişkilendirilebilecek canlı ve biyomimikri örneklerini sunarken yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Ulaş Hoca: ...Tüm konulara uygun biyomimetik yaklaşım bulmamız biraz zor ama her ünite içerisinde örneklendirme yapabiliyoruz. Örneğin ilk konularda kayaçlardan bahsediliyor, kum, çakıl ve kaya yapısına değiniliyor. Burada işte kum yapısında, kaya yapısında veya çakıl yapısında hareket edebilen bir böcek türünü model alarak Boston Dynamics'in geliştirdiği bir robot var. Bu çok basit bir şey adım atma modelini kullanmışlar. Bunu rahatlıkla anlayabileceklerini düşünüyorum açıkçası. Kum ile kamufle olabilen, kumla aynı renk olan birkaç tane canlı türü var. Mesela bunlar ilişkilendirilebilir. Dünyanın hareketleriyle bir ünite vardı işte gece gündüz mesela gece görüşünü daha yüksek oranda yapabilen bazı canlılar var ve işte bunu gün, yıl olarak adlandırıldığı yerde göçmen kuşlar hani belirli dönemleri algılayabildikleri için örnek gösterebilir ve onlara oldukça uygun olduğunu düşünüyorum. Sonra mıknatıslar, orada işte yön bulmayı dünyanın manyetik alanından sağlayan bazı canlılar olabilir. Yüzme batmayla ilgili olarak balıkların içerisindeki bu denge balonu ya da diyafram bizdeki diyafram halini alan yapıyla da ilişki kurabiliriz. Hatta dalgıçların yeleği tam olarak bu fonksiyona sahip tamamen bir biyomimikri. Suyun emilmesi ya da işte suyun itilmesiyle ilgili zaten örneği vermiştik işte nilüfer yaprağı, yağmurlar gibi birçok var, bunun da günlük hayatta kullanımları var. ... Yani aslında her üniteden örnek çıkıyor ama her bölümden çıkmıyor. Ciddi mesai harcarsak onu da buluruz ama çocuklara onlar uygun olmayabilir. Bunlar uygun bence

Aynı toplantıda araştırmacının da Maddenin Özellikleri ünitesine ilişkin bulmuş olduğu örnekleri sunarken yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Mesela Maddenin Özellikleri ünitesinde suda yüzen ve batan maddelere notilus ve denizaltı örneği verilebilir. Notilus suya dalmak istediğinde iskeletindeki içi boş odacıkları suyla doldurup; yüzeye çıkmak istediğinde bunları boşaltıyor. Denizaltılarda da bu canlılardaki gibi sahra tanklarının olduğu ve içeri alınan suyun boşaltılmasında hava tanklarından yararlanıldığı açıklanabilir. Suyu emme, emmeme özelliğinde de lotus yapraklarından ilham alınarak geliştirilen su geçirmez kumaşlar hatta kendi kendini temizleyebilen kumaşlar, boyalar giriş mahiyetinde verilebilir.

Ünite ve konulara uygun biyomimikri örnekleri belirlendikten sonra ekip üyeleri, adımlara uygun yöntem ve teknikleri tartışarak ders planlarını geliştirmeye başlamışlardır. Ancak bazı konuların biyomimikri örneği kullanımına el vermemesi nedeniyle danışman görüşü alınarak bu konularda öğrencilerin mümkün olduğunca çok farklı alanlardan canlı ve biyomimikri örneğiyle karşılaşabilmeleri için konudan bağımsız 2 ders planı geliştirilmesine karar verilmiştir. Araştırmacının buna yönelik 4. hazırlık toplantısında yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Doğayı gözlemlenme-takdir etme ders planı tamam belli. Yapı fonksiyon ilişkisi kurma ve biyomimikriyi, doğanın prensiplerini tanıma, bunlar kuvvetin etkilerine girmeden

önce şu insan sağlığı dengeli beslenmeyi ilişkilendirir, işte alkol, sigara kullanımının insan sağlığına olumsuz etkileri bu kısımda konudan bağımsız olarak verilebilir Yani daha öğrenciler organizmalarla icatlar arasında bağ kurmaya geçmeden konunun esas kısmını tanıyabilmeleri için yapı-fonksiyon ilişkisi kurma ve biyomimikriyi, doğanın prensiplerini tanıma konulardan bağımsız şekilde, farklı alanlardan canlı ve biyomimikri örnekleriyle ele alınabilir.

4.1.1.2. Öğretim programı ve kazanıma uygunluk

Ders planlarının geliştirilme sürecinde ekip üyelerinin fen öğretim programına uygunluk konusunda dikkat ettikleri noktalardan bir diğeri öğretim programı ve kazanıma uygunluk olmuştur. Hazırlanan ders planlarında ele alınan konuların öğretim programında yer alıp almadığı ve uygulanacak etkinliklerin kazanım düzeylerine uygun olup olmadığı çalışma ekibi üyeleri arasında tartışılarak ders planlarına eklenmiştir. Örneğin 4. hazırlık toplantısında canlıların sahip oldukları stratejiler tartışılırken öğrencilere sunulacak bilginin öğretim programı ve kazanıma uygunluğu konusunda ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Daha farklı canlılar da kullanılabilir. Bugün Burak Hocayla konuşuyorduk aslında molok dediğimiz boynuzlu kertenkelelerde mi vardı o sistem?

Burak Hoca: Hıhı, havadaki nemi suya dönüştürüyor. Aslında ben de soracaktım onu mesela şeyde 4. sınıf kitabında yoğunlaşma kavramı alınmamış, siz anlatıyor musunuz yoğunlaşma hocalarım? Hani buharlaşma var, erime var, donma var ama yoğunlaşma yok

Buket Hoca: Yoğunlaşma yoktu herhalde

Şeyma Hoca: Yoğunlaşma yok hocam yani ben de öyle biliyorum

Burak Hoca: O zaman onu almamız iyi olmaz

Şeyma Hoca: Ama ekstra bilgi olarak verilebilir yani olmadığı illaki vermememiz gerektirmiyor yani bence

Burak Hoca: Öyleyse sıkıntı yok

Şeyma Hoca: Sıkıntı olduğunu düşünmüyorum ben ya

4.1.2. Bilgi ve beceri edinimi

Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Bilgi ve Beceri Edinimi temasına dair ekip üyelerinin; alan bilgisi ve farkındalık, bilimsel süreç becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, değerlendirici düşünme becerileri, grupla çalışma-iş birliği ve iletişim becerileri ve ince kas/ motor becerileri olmak üzere altı alt temaya dikkat ettikleri görülmüştür. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4.3'te yer verilmektedir.

Tablo 4.3.

Bilgi ve Beceri Edinimi Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Alan bilgisi ve farkındalık	- Farklı canlılar ve özelliklerini öğrenme - Biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini öğrenme - Fen konularını öğrenme - Çevre ve doğa farkındalığı kazanma - Doğaya ilgi/merak uyandırma
Bilimsel süreç becerileri	Deney ve gözlemlerden yararlanma
Yaratıcı düşünme becerileri	- Yaratıcılık tekniklerinden yararlanma - Yaratıcılığı teşvik etme - Yönlendirme ve sınırlandırmadan kaçınma - Hayal kurma-fikir üretme - Problem belirleme/problem çözme - Tasarım geliştirme-paylaşma
Değerlendirici düşünme becerileri	- Ölçüt kullanma - Ölçüt geliştirme
Grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerileri	Akran öğretimi ve kalıcılık
İnce kas/motor becerileri	

4.1.2.1. Alan bilgisi ve farkındalık

Geliştirilen programda öğrencilerin dönem sonunda kendi tasarımlarını ortaya koyabilmeleri için stratejilerinden yararlanabilecekleri canlıları tanımaları önemli görülerek planlarda *yeni ve farklı canlılara* yer verilmeye çalışılmıştır. Buna yönelik 4. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekildedir:

Araştırmacı: Burada da bir yandan hani doğadaki canlıları, farklı canlıları gözlemlemelerini istiyoruz, mümkün olduğunca çok olmasını istiyoruz ki ilerleyen süreçte kullanabilsinler bu canlılardan bazı özellikleri. Mesela imparator penguenler, venus sinekkapanı, cam kanatlı kelebek, uçan kertenkele gibi canlılara yer verdim ama aslında bildikleri canlılarda da karşılaşabilecekleri farklı yapılar var. Mesela ahtapotlar aynı zamanda vantuzlarıyla tat alabiliyorlar veya kedilerin dillerinin üstü tırtıklı tüylerini taramak için bunun gibi örnekler kullanılabilir ama bu canlıları eş zamanlı nasıl verebiliriz öğrencileri sıkmadan onu düşünüyorum

Mustafa Hoca: Hocam burada şey söyleyebilirim. Bu, ne kâğıt diyoruz kraft kâğıt tarzı bir şey olabilir ya da tahtaya bu görseller yansıtılabilir Onların altına böyle ağ gibi ne diyoruz hani kavram haritasına benzer şey gibi altlarına yazılabilir. Yani yine beyin fırtınası tekniğiyle çocuklardan gelen cevaplar oraya alınabilir. Süreden de şey yapmak için

Burak Hoca: Aynı anda bütün canlıları çocuklarının görebilmesi daha iyi olur. Çünkü slaytta şimdi arka arkaya geçecek. İlk canlı neydi yani unutulabilir, çok orada bir sıkıntı olabilir diye benim bir aklımda ilk o geldi. Hani tahtada hepsini bir arada görmesi çok iyi olur

Yapılan toplantılarda öğrencilerin farklı canlılar ve özelliklerini tanımalarının yanı sıra farklı alanlardan örneklerle *biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini kavramaları* da

önemsenmiştir. Buna yönelik araştırmacının 5. hazırlık toplantısında yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Burada zaten öğrenciler yapı fonksiyon ilişkisini kendileri kurmuş olarak gelecekler öğretmen sadece canlıların özelliklerinden ne tür icatların geliştirilmiş olabileceğini tahmin etmelerini istiyor. 6 tane örneğe yer verdim işte yusufoçuk kanadı olimpiyat stadının çatısı, ayçiçeği akıllı güneş paneli, yalıçapkını Shinkansen Treni, pangolinden sırt çantası gibi. Diğerlerini kart eşleme oyununda kullandım. Burada da arı peteği James Webb uzay teleskobu, yunus Concorde Uçak, Morfo kelebeğinden boyasız kumaş, yarasalardan radarlar gibi 9 farklı biyomimikri örneği var...

Ders planlarında farklı alanlardan biyomimikri örneği kullanmanın yanı sıra farklı canlılar ve örneklerle doğanın prensiplerini kavramaları da önemsenmiştir. Buna yönelik araştırmacının yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Burada mesela işlevsellik biçimle belirlenir yani şu ilke, canlılardaki stratejileri sahip oldukları yapılarının biçimleri belirler ilkesi. Bu ilkenin öğretiminde yalıçapkını kuşunun sivri gagası sayesinde etrafına su sıçratmadan hızla suya dalabilmesi, Shinkansen treninin de sivri burnu sayesinde gürültü yapmadan hızla tünelden çıkabilmesi örneği verilebilir mesela bu ilkenin açıklanmasında. Diğerlerinde de işte canlılar yalnızca ihtiyaç duydukları kadar enerji kullanırlar. Burada albatros yükselen hava akımlarını kullanıyor mesela süzülüyor ve daha uzun süre havada kalabiliyor. Bu süreçte de minimum düzeyde hani neredeyse enerji harcamıyor aslında süzülme hareketi yaptığı için kanat çırpıyor. Planörler de aynı mantıkla süzülme mantığıyla olduğu için onlar da mesela bu süreçte motora ihtiyaç duymuyorlar ve daha minimum bir enerjiyle hareket etmiş olabiliyorlar. Veya işte canlılar içinde yaşadıkları çevresel koşulların uzmanlarıdır. Yani bir kutup ayısının aslında oradaki soğuğa uygun kürk yapısına sahip olması veya ördeklerin suda yaşadıkları için o suya uygun ayak yapılarına sahip olması, burada ördek ayakları ve yüzme paletleri örnek verilebilir...

Hazırlanan ders planlarında alan bilgisi ve farkındalığa yönelik hedeflenen bir diğer nokta işlenen *fen konularının öğretimi ve pekiştirilmesi* olmuştur. Buna yönelik 6. hazırlık toplantısında araştırmacı ile ekip üyesi arasında geçen konuşmalardan bazıları şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Şimdi burada hani ders anlatıldıktan sonra şu kuvvetin etkileri anlatıldıktan sonra dedim ama aslında anlatılırken de verilebilir bu örnekler

Levent Hoca: Gözde Hocam, bu anlattığınız şeylerin fen konularıyla birlikte verilmesi çok daha iyi olur, çocuğun kafasında canlanmasına, oluşmasına. Bir de Kuvvet ve Hareket ünitesi fen bilgisinde 4. sınıftaki en zor ünedir. Çünkü orada çok soru geliyor çok zorlanıyorlar. Örnekler ve deneyler bir yandan pekişmesini sağlar konunun

Hazırlanan ders planlarında dikkat edilen bir diğer nokta öğrencilere *çevre ve doğa farkındalığının kazandırılması* olmuştur. Örneğin 7. hazırlık toplantısında buna yönelik ekip üyeleri ve araştırmacı arasında geçen konuşmaların bazıları şu şekildedir:

Levent Hoca: Gözde Hocam şimdi burada şey demişiz ya birden işte hava kararsa, manyetik alan yok olsa, dünyada manyetik alan birden yok olsaydı, Erzurum'da hava kararsaydı falan. Hani çok mu şey yapar bilmiyorum ama bu göçmen kuşların özellikle insan etkisinden dolayı o şeyler, mesela şimdi şey bu mimarlık bölümlerinde de çok tartışılıyor. Hani bina yaparken insanın rahatından ziyade oradaki doğal ortamı da düşünerek binalar inşa edilebiliyor. Çünkü İstanbul'daki o gökdelenlerin, göçmen kuşlarının göç yollarında olduğu için kuşların yollarını kaybettiği, o parlaklıkların sıkıntı yarattığıyla ilgili. Burada mesela şey verilebilir yani insanın doğaya verdiği zarar hafif verilebilir. Mesela o sorular öyle oluşturulabilir belki. Yani bu tarz şeyler verebiliriz hani işte köprüler, baz istasyonları bunların hepsi hayvanların da o doğal yolculuklarına verilen zararlar. Belki o sorular üzerinden şunu da çocuklara verebiliriz. Hani bizim doğada tek başımıza var olmadığımızı ve kendi sadece kendi rahatımız üzerinden planlamalar yapmamamız gerektiği. Bu ev olabilir, yol olabilir ya da şey olabilir. Hani ne yapıyorsunuz ormanın içine bir yol yapıyorsunuz hâlbuki orada önceden işte ayıyla iki yavrusunun geçiş yoluydu orası. Burada o belki verilebilir. Şey olur mu bilmiyorum ama şunu hani çocuklara yeni nesillere hissettirmek lazım.

Araştırmacı: Evet hocam hatta hani farklı düşünmelerini sağlayabilecek de bir soru çevre ve doğa farkındalığı adına

Yapılan toplantılarda alan bilgisi ve farkındalığa yönelik dikkat edilen bir diğer unsur ise geliştirilen *doğaya ilgi ve merak uyandırma* olmuştur. Buna yönelik yine 7. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Levent Hoca: Posta güvercininin gagalarındaki mıknatıs kristallerin olması, dehşet verici ben yeni öğrendim onu. Bunu görünce öğrenciler de çok şaşırır eminim, dersin sonrasında araştıranlar çıkar bunu kesin

Araştırmacı: Evet hocam ya aslında şey hani gönderdiğim bir tablolaştırılmış halde canlıların yapıları ve o yapıların sahip olduğu fonksiyonlar, çok ilginç canlılar var yani ben de gördükçe şaşıyorum gerçekten. Öğrencilerin de meraklarını uyandırır bence

Levent Hoca: Posta güvercinini demek ki boşuna. Bu da çok ciddi bir gözlem gerektirir. Yani güvercinin yön bulma konusunda bu kadar iyi olması çok ciddi bir gözlem sonucunda ortaya çıkar Büyük olasılıkla

Araştırmacı: Evet evet hatta

Burak Hoca: İnsanda da var galiba değil mi ben bir yerde okumuştum ama henüz hala çözülememiş galiba insanda ne amaçlı olduğu ile ilgili. Gözün yapısında mıydı? Ulaş Hocam bizi daha çok bilgilendirir bence bu konuda

4.1.2.2. Bilimsel süreç becerileri

Biyomimikrinin temeli doğanın keşfine dayanmaktadır. Bu adımdan itibaren öğrencilerin doğayı bilimsel bir şekilde gözlemleyebilmeleri, çıkarım yapabilmeleri ve elde ettikleri verileri tasarım çözümünde kullanabilmeleri için bilimsel süreç becerilerine hâkim olmaları gerekmektedir (Walker vd., 2016). Bu noktadan hareketle geliştirilen ders planlarında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanabilecekleri *deney ve gözlemlerden yararlanmaya* özen gösterilmiştir. Buna yönelik 6. hazırlık toplantısında 4. ders planına eklenebilecek deney hakkında konuşurken araştırmacının yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Geçen hafta şeyden bahsetmiştik bu kürdanlar, kürdanların ucuna strafor takılıp denenmesi, bu da yapılabilir. Bir de hani bunu yapmazsak şu da olabilir. Öğrencilere kilit poşet verilir bir ellerine kilit poşet taktırılır, diğer ellerinde ise böyle bir şey yok. Önden dört sıra çekilir üzerlerine su dolu dört leğen konulur. Öğrencilerden iki elini de leğende hareket ettirmesi istenir. Hangisiyle daha fazla suyu ittirebildiklerini gözlemlerleri sağlanır. Bunu Bilim Çocukta vermişler hani şu an kendim denemedim ama zannedersem uygulanabilir. Öğrencilerden hem deney öncesinde tahminlerini not etmelerini isteyebiliriz deney föyüne, Mustafa Hocanın dediği gibi işaretleyerek altına açıklamasını yapabilirler hem de deney sırasında gözlemlerini kaydetmelerini isteyebiliriz. Deney sonrasında da işte hangi elinizde daha fazla su ittirdiniz, bu size suda hareket ederken ne gibi yararlar sağlar, deneyin sonunda neler öğrendiniz gibi öğrencilerin gözlemlerini ve çıkarımlarını paylaşımları istenebilir. Bunun nedenleri üzerine konuşulduktan sonra “peki sizce insanlar daha hızlı hareket edebilmek için ördeklerin ayaklarına benzer tasarımlar icat etmiş olabilirler mi?” sorusu yöneltir.

8. hazırlık toplantısında ise ekip üyelerinden Burak Hocanın 7. ders planına eklediği deney hakkında bilgi verirken araştırmacı ile arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Öğrenciler broşürü inceledikten sonra öğretmen denizaltının çalışma prensibini göstermek amacıyla bir deney yaptırıyor. Bu deneyi eklemiş miydik Burak Hocam?

Burak Hoca: Eklemiştik altına kartezyen dalgıcı deneyi

Araştırmacı: Kartezyen dalgıcı deneyi, şu direkt fotoğrafı üzerinden gösterebiliriz hatta. Burada nasıldı şişeyi sıkığımızda içine su doluyordu ben yanlış hatırlamıyorum değil mi hocam?

Burak Hoca: Evet şişeyi ortasından sıkırdığımız zaman içerisindeki basınç yani dış basınç arttığı için iç basınç azalıyor. Bunun etkisiyle aşağıya doğru hareket etmeye başlıyor

Araştırmacı: Kalem kapağı var burada kalem kapağın içine su doluyor

Burak Hoca: Veya işte su pipetinin şey kısmı o hani bastığımız kısmı. Oradan da yapılabilir ya da kalem kapağına da yapılabilir üzerindeki basıncı azalttığımız zaman iç basınç artıyor bu sefer o hazırladığımız dalgıncın. İç basınç arttığı için de üzerindeki ağırlık azalıyor diyebiliriz burada. Tekrardan suyun üzerine doğru bir hareket etme var. Yani aslında burada bir denizaltının çalışma prensibi ya da işte ondan yararlanılarak ya da işte esinlenilerek yapıldı. O canlıdaki biyokimyasal mekanizma da aynı buna benzeyen bir sistemle çalışıyor. Oradaki sisteme dem vurmak için aslında böyle bir etkinlik yani daha iyi anlayabilmeleri için

4.1.2.3. Yaratıcı düşünme becerileri

Geliştirilen programda öğrencilerin dönem sonunda kendi tasarımlarını ortaya koyabilmeleri için yaratıcı düşünme pratiği kazanmaları önemli görülerek planlarda *yaratıcılık tekniklerine* yer verilmiştir. Buna yönelik araştırmacının 6. hazırlık toplantısında yaptığı açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Şimdi biyomimikriyi, doğanın prensiplerini tanıttıktan sonra organizmalar ile yapılan icatlar arasında bağ kurmaya geliyorduk. Bu bağ kurmayı da beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi, bir de sinektik dediğimiz tekniklerle vermeye çalışacaktık öğrencilere. Yani bunun amacı bir yandan öğrencilerin evet bağ kurmalarını sağlamak, bir yandan da yaratıcı düşüncelerine aslında destek olmak. Hani bu teknikleri kullanma amacımız buydu. Şimdi ilk olarak beyin fırtınasını kullandığımız bir ders planımız vardı. Orada da kuvvetin cisimler üzerindeki etkisi neydi, hızlandırıcı etkisini ele almıştık...

Aynı toplantıda beyin fırtınası tekniğinin kullanıldığı 4. ders planı ekip üyeleri tarafından tartışılmadan önce tekniğin planda kullanımına ilişkin araştırmacının yaptığı açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Şimdi burada beyin fırtınasını kullanabilmek için öğrencilere pelikan fotoğrafı gösterilerek gördüğümüz canlıdan yola çıkılarak ne tür icatlar yapılabilir sorusu yöneltilir. Soru öğrenciler tarafından iyice anlaşıldıktan sonra fikirlerini not etmeleri istenir. Daha sonra bu fikirleri tahtaya kaydetme aşaması var. Burada öğrencilerin ürettikleri fikirleri saçma veya komik olduğunu düşünmeden her birine söz hakkı vererek ifade etmeleri istenir. Öğretmen bu süreçte öğrencileri konuşmaya teşvik eder ve gelen fikirleri tahtaya not eder. Fikirler söylendikten sonra benzer olanlar birbirleri içerisinde gruplanır. Son aşama da gelen fikirlerin oylanması, beğenilen fikirlerin belirlenmesi. Burada da işte diğer tahtada yer alan fikirler oylanıyor, en beğenilen fikirler belirleniyor ve daire içerisine alınıyor. Ve bu fikirlerin hangi probleme yönelik çözüm getirdiği, yeniliği, kullanışlılığı, kimlerin bu fikirlerden yararlanabileceği tartışılıyor. Aslında şu ilerleyen süreçte bu değerlendirme adımından yararlanacağımız için biraz ön hazırlık gibi olmuş olacak. Üretilen fikirler tartışıldıktan sonra pelikan gibi canlıların perde ayaklarından ilham alınarak geliştirilen bu icadın yüzme

eldivenleri olduğu açıklanıyor. Bunun insanlara nasıl ilham olduğu, hangi özelliğinden nasıl yararlanıldığı anlatılıyor...

7. toplantıda analogilerle öğretim stratejisinin kullanıldığı 5. ders planı tartışılmadan önce ise araştırmacının yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Ardından uçan sincaplar ve kanatlı atlayış tulumlarının çeşitli özelliklerinden bahsettik ve birçok bilgi edindik şimdi bu bilgileri kullanma zamanı deyip ilk olarak analogilerle öğretim stratejisinin 1. adımı benzerlik kurdurma. Sizce uçan sincaplar ve kanatlı atlayış tulumları arasındaki benzer özellikler neler olabilir sorusu yöneltilir. Bunun için tahta şu aşağıda gösterdiğim gibi ikiye bölünüp öğrencilerden gelen cevaplar listelenir. Örneğin işte havada süzülebilme için kollarını ve bacaklarını açarlar, Her ikisi de yüzey alanlarını artırır. Toplanan hava ikisini de geriye doğru iter ve yavaşlatır. Süzülürken enerji harcamazlar, uzun mesafeler kat edebilirler gibi ortak özellikleri listelemeleri sağlanır. Benzer özellikler listelendikten sonra şimdi sıra farklı özelliklerde sizce uçan sincaplar ve atlayış tulumlarının birbirinden farklı olan özellikleri neler olabilir sorusu yöneltilir. Yine aynı şekilde tahta ikiye bölünüp bu sefer birbirinden farklılaşan özellikleri bulmaları istenir. ... Bu özellikler de listelendikten sonra sizce mühendisler atlayış tulumlarını geliştirirken en çok hangi özelliklerden yararlanmış olabilirler, bu önceki özellikleri göz önünde bulundurmaları istenir burada. Vücudun yüzey alanını artırma, havayı derinin altına toplama ve yere düşerken hava tarafından geri itilme gibi özellikler tekrar edilir. Şimdi kendinizi birer mühendis olarak hayal edip resimlerle bu prensipleri anlatmanızı istiyorum denilerek resmetmeleri istenir...

Son olarak sinektik tekniğinin kullanıldığı 6. ders planı tartışılmadan önce araştırmacının ekip üyelerine yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Evet öğrencilere bu kısımda soruları yönelttikten sonra ve cevaplarını aldıktan sonra sinektiğin diğer adımı olan kişisel analogi adımına geçiyoruz. Bunu da sağlayabilmek için öğrencilere bu bilgileri sunduktan sonra bir posta güvercini olmanın nasıl bir his olduğu sorusu yöneltilir. Mesela savaşta bilgi taşıyarak tarihin yönünü değiştiren bir posta güvercini olsaydınız kendinizi nasıl hissederdiniz, güneşli bir günde Eskişehir'den Erzurum'a uçmaya karar verdiniz fakat güneş birden kayboldu ve bulutlar belirdi o an ne düşünürdünüz, neler hissederdiniz? Dilinizin altında veya damağınızın içinde mıknaş kristallerinin olması nasıl bir duygu, dünyada manyetik alanı olmasaydı neler hissederdiniz, durumunuz ne olurdu gibi sorular yöneltilebilir. Öğrencilerin kendilerini o canlının yerine koymaları sağlanabilir...

Yapılan toplantılarda yaratıcı düşünme tekniklerini kullanmanın yanı sıra öğrencilerin *yaratıcı düşünmeye teşvik edilmesi ve yönlendirme/ sınırlandırmadan kaçınılması* da önemsenmiştir. Örneğin 6. hazırlık toplantısında ekip üyelerinden Burak Hocanın

yaratıcılığın teşvik edilmesine yönelik ders planına getirdiği öneri sırasında araştırmacı ile arasında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: O dediğimiz ördeklerin yavaşlatıcı etkisini deneyden sonraya mı verelim nasıl yapalım?

Burak Hoca: Ya aslında beyin fırtınası yaptırırken vermek daha mantıklı gibi. Neden diyeceksin aslında bu çocuklara aynı zamanda bir bakış açısı da sağlayacak. Yani olaya tek yönlü bakmasınlar farklı yönlerle de baksınlar yani. Sen dedin ya hani kafaları karışacak mı diye. Aslında biz sadece hani daraltınca sadece kuvvetin hızlandırıcı etkisine odaklıyoruz çocukları. Çocukların aslında bir nevi bakış açısını kapatıyoruz. Bunu kapatmayalım benim derdim o. Daha farklı da baksınlar yani aynı materyalin yani aynı perde ayağın işte farklı bir uygulaması olduğunu da görsünler...

Öğrencilerin fikir üretme süreçlerinde *yönlendirme ve sınırlandırmadan kaçınmaya* yönelik ise aynı toplantıda araştırmacı ve Burak Hoca ile arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Bende bir tek şey var ya benim takıldığım nokta ne biliyor musun? Şu beyin fırtınasını yaparken o başlangıç kısmı var ya, orada şimdi çok çok geniş olduğu zaman acayip dağılıyor. Yani orada bir sorularla sınırlandırmak lazım bir yöne odaklanmalarını sağlamak için, öbür türlü saçma sapan şeyler çıkıyor, odak noktasından kaymaya başlıyor benim genel gördüğüm.

Araştırmacı: Öyle bir durum var ama beyin fırtınasını da yaratıcı düşünmeyi teşvik etme amaçlı kullanalım istiyorum. Yaratıcı düşünmeyi kaybetmeden soru yöneltebilir miyiz acaba? Çünkü hani yönlendirme bir yerde fikirlerin kalıplara girmesine de neden oluyor ama yaratıcılığın mantığı bu değil

Burak Hoca: Ya da şu var mesela ilişkilendirdiği şey neyse bunun açıklamasını da yapması istenilebilir çocuktan. Yani kafasına göre sallamasın yani bir dayanak noktası olsun

Araştırmacı: Olabilir ama onu nerede yapıyoruz, şeyi söyledikten sonra mı yaptıralım?

Burak Hoca: Hepsini yaptıktan sonra mı yani gruplandıktan sonra mı?

Araştırmacı: Yani gruplandırdıktan sonra yapalım istiyorum çünkü başta bunu söylersek bu sefer eleştirel düşünme işin içerisine girecek. Çocuk yaratıcı değil de mantıklı düşünme, nasıl mantıklı düşünebilirim ketlemesine girecek Bir de başta çocuklardan hızlı hızlı cevap alacağız aslında çok dağıtmaya fırsat vermeden...

Yapılan toplantılarda öğrencilerin yaratıcı düşünme pratiği kazanmalarının dışında bu becerileri tasarım süreçlerinde kullanmaları da önemsenmiştir. Bunun için tasarım sürecinde öğrencilerin hayal kurma-fikir üretme, problem belirleme-problem çözme ve tasarım geliştirme-paylaşma süreçlerine ilişkin adımlar geliştirilmiştir. Bu adımlardan *hayal kurma-fikir üretme ve problem belirleme-problem çözme* aşamalarına ilişkin

izlenecek yönergeyi açıklarken araştırmacının yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Biyomimikri uygulama aşamasının daha önce de mail olarak göndermişim gözlem, keşfetme, resmetme, beyin fırtınası, taklit etme, paylaşma ve değerlendirme olmak üzere 7 tane adımı var. ... Keşfetme adımında karar verdiğiniz canlının hangi yapılara sahip olduğunu ve bu yapıların onlara ne tür yararları olduğunu grubunuzla birlikte tartışın, belirlediğiniz özellikleri sizlere verdiğimiz çalışma kâğıdına not edin, çalışma kâğıdından kendi tasarımlarınızı yaparken yararlanabileceğiniz bir özelliği seçin, seçtiğiniz özelliği önceki dersimizde yaptığımız gibi kendinizi bir mühendis olarak hayal edip çizimlerle resmedin diyoruz. Birinci hafta yapacakları bu kadarla sınırlı aslında ama daha fazla ilerlenebilirse beyin fırtınasını öne de çekebiliriz. ... 2. haftada resmettiğiniz tasarım prensibiyle hangi problemlere çözümler üretebileceğiniz hakkında grupça beyin fırtınası yapın. Ürettiğiniz fikirleri çalışma kâğıdına not edin, not ettiğiniz fikirleri grup arkadaşlarınızla birlikte oylayın, en beğendiğiniz fikri belirleyin ve çalışma kâğıdına kaydedin, belirlediğiniz fikirlerin hangi doğa prensiplerine uyduğunu düşünmeyi unutmayın diyoruz...

Ekip üyelerinin bu sürece yönelik önerilerini dile getirirken yaptıkları konuşmaların bir bölümü ise şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Şimdi şu 3. soruda şey diyoruz ya karar verdiğiniz canlının hangi yapılara sahip olduğunu diye. Burayı biraz daha sanki açsak daha iyi olacak. Yani çocuk burada yapı derken süreçten mi, biçim olarak mı, şekil olarak mı? Benzeteceği şeyi bir açıklamakta fayda var burada

Araştırmacı: Şöyle diyebiliriz biz hani genelde biçimsel düzeyde istiyoruz ya, gözlemlediğiniz canlının dışsal özellikleri yani onu daha ifade olarak düzenleyip dışsal özellikleri, gözlemlediğiniz canlıda ne tür dışsal özellikler görüyorsunuz gibi

Burak Hoca: Bence sadece biçim olarak da şey yapmayalım sınırlandırmayalım. Belki oradaki süreçle ilgili de bir şey çıkarabilir ama hepsinden böyle küçük küçük bahsetmek lazım burada...

Tasarım sürecinde öğrencilerin kendi *tasarımlarını geliştirmeleri ve paylaşımlarına* yönelik izlenecek süreç açıklanırken ise araştırmacının yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Taklit etme aşamasında da belirlediğiniz fikrin tasarıma veya ürüne dönüştürülebilmesi için grubunuzla birlikte gerekli olan malzemeleri belirleyin. Bu malzemeleri liste haline getirerek öğretmeninize verin. Seçtiğiniz fikri resmederek veya sizlere verilen malzemelerle model oluşturarak ürüne dönüştürün diyoruz. Yine yaptıkları şeyleri kaydetmeleri için de çalışma kâğıdında bu hafta için sizlere sorulan sorulara cevap

vermeyi unutmayın şeklinde yönergede bulunuyoruz. Ve son hafta, burada da geliştirdiğiniz üründe hangi canlıdan ilham aldığınızı, bu canlıyla ürün arasında nasıl bir ilişki kurduğunuzu, hangi probleme çözüm ürettiğinizi ve bu çözümden kimlerin yararlanabileceğini, hangi doğa prensiplerine uyduğunuzu anlatan bir sunum hazırlayın diyoruz. Sunum dedim ama hani sunum olmak zorunda değil öğrenciler eğer anlatabiliyorsa kâğıtlara bu özellikleri yazıp o ortaya çıkardıkları ürün üzerinden de anlatabilirler. Eğer ki öyle hani bir alışkanlıkları varsa sunum da yapılabilir grup olacağı için ve geliştirdiğiniz ürünü hazırladığınız sunumla birlikte sınıftaki arkadaşlarınıza anlatın diyoruz.

4.1.2.4. Değerlendirici düşünme becerileri

Öğrencilerin süreç sonunda tasarımlarını belirli ölçütlere göre geliştirebilmeleri beklendiği için yapılan toplantılarda değerlendirici düşünme becerisinin gelişimine dikkat edilmiştir. Bu amaçla geliştirilen 7. ders planında ölçüt kullanma ve ölçüt geliştirme becerilerini hedef alan etkinlikler tasarlanmıştır. Ekip üyelerinin 8. hazırlık toplantısında bu becerilere yönelik yaptıkları konuşmaların bir bölümü ise şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Bir sonraki adım ölçütlere göre yapılan icatları değerlendirme adımı. Burada da temel amacımız şey geçmişte üretilen tasarımların işte kullanışlılığı, hedef kitleye uygunluğu, doğanın prensiplerine uygunluğu gibi birtakım ölçütlere göre öğrencilerin bu icatları değerlendirmesi. Bunu da aslında şu anda tabii ona yönelik hazırladığım bir plan yok ama buraya geçiş yapacağız

Burak Hoca: Burada şey olabilir mesela senin söylediğin gibi hani var olan icatları değerlendirmede. Aslında yani çocuklar bir icadın veya herhangi bir durumun nasıl değerlendirilmesi gerektiğiyle ilgili mesela bir check list olur atıyorum, onu tanırlar. Onu tanıdıktan sonra yaptıkları icatları ona göre değerlendirmeye başlarlar. Aslında orada şu da istenebilir. Yani siz bunu değerlendirirken hangi kriterlerin olmasını istediniz, kriterleri mesela onların oluşturması istenebilir. Veya bir mühendis yaptığı bir icadı değerlendirirken sizce nasıl düşünüyor olabilir, kendinizi onun yerine koyup gibi...

Değerlendirici düşünme becerileri toplantılarda gelen öneriler doğrultusunda düzenlenerek 7. ders planına eklenmiştir. Buna yönelik araştırmacının 9. hazırlık toplantısında yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: ... Öğrenciler yapılan gösteri deneyini denedikten sonra şimdi sizden şirketinizin yönetim kurulu üyeleri olarak alınması planlanan ürünler için üçer kriter oluşturmanızı ve var olan ölçütlere eklemenizi istiyorum deniliyor. Doğanın belli başlı 10 tane prensibi var ama biz öğrencilerin düzeyine uygun olan 5 ya da 6 tanesini seçtik. Mesela geliştirilen icatlarda düşük miktarda enerji kullanılır. İşte yenilenebilir ya da çevreyi kirliletmeyen enerji kaynakları kullanılır gibi bu tür prensipler var. Bunlara ek olarak 3 tane

de kendilerinin oluşturmalarını istiyoruz. Ekleyecekleri kriterleri düşünmeleri, yazmaları ve ürünü tablodaki ölçütlere göre değerlendirmeleri için süre veriliyor. Değerlendirme yapıldıktan sonra her gruptan bir üyenin sırasıyla belirledikleri kriteri okumaları, alacakları ürünün, tablodaki hangi kriterlere uyduğunu ve kararlarının ne olduğunu belirtmeleri isteniyor. Bütün gruplar değerlendirmelerini yaptıktan sonra öğretmen de öğrencilere vermiş olduğu değerlendirme ölçütlerini sebeplerini açıklayarak ürünün neden bu kriterlere uyup uymadığını açıklıyor...

4.1.2.5. Grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerileri

Yapılan hazırlık toplantılarında öğrencilerin süreç sonunda kendi tasarımlarını ortaya koyabilmeleri için *grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerilerinin* gelişimi önemli görülmüştür. Öte yandan uygulayıcı öğretmen de *akran öğretime dayalı kalıcı öğrenmenin* sağlanmasına vurgu yapmıştır. Bu noktadan hareketle yapılan toplantılarda öğrencilerde bu becerilerin gelişimine ilişkin etkinlikler tasarlanmıştır. Örneğin ekip üyelerinden gelen öneriler doğrultusunda düzenlenen 1. ders planı, 4. hazırlık toplantısında tekrar değerlendirilirken araştırmacının yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Öğrenciler eşit sayıda öğrenciden oluşan 7 gruba ayrılır. Her gruba derste incelenecek olan 7 canlı hakkında oluşturulmuş bilgi kartları dağıtılır. Birazdan ellerindeki kartları inceleyecekleri, kartlarda yer alan bilgileri tartışacakları ve altındaki sorulara cevap arayacakları açıklaması yapılır. Grupta her öğrencinin kendilerine verilen canlı hakkında konu uzmanı seçtikleri birazdan aynı hayvanı ya da aynı canlıyı seçen diğer uzmanlarla bir araya gelecekleri ve o hayvan hakkında tartışacakları ardından eski gruplarına dönerek öğrendikleri bilgileri anlatacakları açıklanır. Öğrencilere bildiklerim, tahmin ettiklerim ve öğrendiklerim adlı çalışma kâğıdını dağıtıyoruz. Kendilerine gelen canlının fotoğrafına bakarak bu canlının besinlerini koruyabilmek için ne tür stratejiler geliştirdiğini biliyorlarsa bildiklerim kısmına, bilmiyorlarsa tahmin edip tahmin ettiklerim kısmına yazmalarını istiyoruz. Fikirler yazıldıktan sonra her öğrenci uzman grubuna gidiyor, kartta yazan bilgileri okuyor ve karttaki soruyu uzman grubundaki arkadaşlarıyla birlikte tartışıyor. Bu grupta öğrendiklerini ve sorunun cevabını çalışma kâğıdındaki öğrendiklerim kısmına not ediyor. Her öğrenci edindiği bilgileri paylaşmak için eski grubuna dönüyor ve diğer arkadaşlarına anlatıyor...

Burak Hoca: Bu halini ben de beğendim. Hatta şöyle çocuklar da aktif hale gelmiş olacak. Yani orada her bir grubu gezerek hem de bir de hani kendi grubunda öğrendiği zaman uzman şeyi de olacak. Belki anlatmak için daha hevesli olabilir

Derslerde kalıcı öğrenmenin sağlanabilmesi amacıyla *akran öğretiminin* önemine vurgu yapan sınıf öğretmeni de tasarlanan grup çalışmalarına yönelik 5. hazırlık toplantısında şu açıklamayı yapmıştır:

Buket Hoca: Bende hep şey olur ben konuyu anlatırım. Çocuğun ilgisini çeken kısımları olur. Ertesi güne çocuk elinde şöyle bir yazılı kâğıtla gelir bana der ki “ben araştırdım bunun burası böyleymiş, burada böyle böyle şeyler de oluyormuş” diye. O araştırmacı çocuk kitlesi kesinlikle olayın detaylarını araştırıp ilgi duyuyor ve bunu akran öğretimine sokuyorum, “Aaa nasılmış hadi gel bize de bir sunu yap” diyorum. Gelip akran öğretimiyle anlattıkları zaman inanın çok kalıcı bir öğrenmeye sahip oluyorlar. O yüzden ben bu grup etkinliklerinin öyle olacağını düşünüyorum. Birbirlerine anlatırken, birbirlerini dinlerken çocuk onu işliyor. Bunu şeyde bile gördüm hani deneme sınavları yaptım, o deneme sınavlarında en çok cevap verilen sorular yine kendi aralarında tartıştıkları konular olmuş...

4.1.2.6. İnce kas/ motor becerileri

Programa yönelik ders planları hazırlanırken dikkat edilen bir diğer unsur öğrencilerin ince kas/ motor becerilerinin gelişimi olmuştur. Buna yönelik 7. hazırlık toplantısında araştırmacı ve ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Bir sonraki yaratıcılık tekniği sinektik onu Ulaş Hoca'nın planına yedirebilirsek sıkıntı yok, orada zaten direkt el becerisini geliştirmeye yönelik etkinlik var. Burada bir uygulama yaptırmayabiliriz öyle olursa ama bir şekilde yaptırmamız lazım çünkü dedi ya Şeyma Hoca da öğrencilerin becerilerinin gelişmesi sıkıntılı diye, hani bu tür şeyler yapılması gerekiyor öncesinde

Burak Hoca: Peki planda şeyi yerleştiremez misin mesela bu ilk bölümü yapıp 40-40 80 dakikada önümüzdeki derste de buna yönelik olarak bir paraşüt tasarımı bahsedip çocuklara bir ön hazırlık yapmaları için de bir zaman tanımış olsan. Bir dahaki derste de onları direkt yapsan uygulasan...

4.1.3. Yaş düzeyine uygunluk

Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Yaş Düzeyine Uygunluk temasına dair; uygun dil ve biyomimikri örneği kullanımı, etkinlik ve materyallerin düzeye uygunluğu, ilgi, merak uyandırma ve motivasyon olmak üzere üç alt temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4.4'te yer verilmektedir.

Tablo 4.4.

Yaş Düzeyine Uygunluk Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Uygun dil ve örnek kullanımı	• Bilimsel açıklamaların düzeyi • Biçimsel ve süreçsel örnek kullanma • MEB’i temel alma
Etkinlik ve materyallerin düzeye uygunluğu	• Öğrenci yeterliği/ El becerisi • Kavrama düzeyi/ anlaşılabilirlik • Kazanım düzeyi
İlgi, merak uyandırma/ motivasyon	• İlgi çekici örnek/ etkinlik/ materyal kullanma • Somut örneklerle anlatma • Öğrenciyi aktifleştirme

4.1.3.1. Uygun dil ve örnek kullanımı

Yaş düzeyine uygunluk konusunda ekip üyelerinin dikkat ettiği noktalardan ilki uygun dil ve örnek kullanımı olmuştur. Bu noktada öğrencilere bilgi verirken yapılacak bilimsel açıklamaların düzeyi, biçimsel ve süreçsel düzeyde biyomimikri örneği kullanımı ve MEB’in temel alınması ekip üyeleri tarafından dikkat edilen unsurlardandır. Örneğin 7. hazırlık toplantısında öğrencilere sunulan biyomimikri örneğindeki prensip anlatılırken daha basit bir dil kullanımına yönelik geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Kuvvetin yavaşlatıcı etkisinde ise zaten şeyde de vermiş aslında kitapta belki dikkatinizi çekmiştir, paraşüt örneği vermiş. Benzer şekilde mesela uçan sincaplar örnek alınarak wingsuit sporu var. İşte kanatlı bir tulumla süzülüyorlar. Bu örnek verilebilir

Levent Hoca: Şeyi kullanıyorlar, sürtünmeyi

Araştırmacı: Aynen aynen hani doğrudan sürtünme demeyebiliriz belki ama aşağı süzülürken hava da karşı bir kuvvet uyguluyor o nedenle yavaşlıyor. Bu şekilde söylenebilir belki.

Aynı toplantıda 6. ders planı için önerilen deneyde öğrencilere sunulacak açıklama düzeyine ilişkin ekip üyesinin yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü ise şu şekildedir:

Burak Hoca: Ama burada bir şey var yapay mıknatıslandırma var, tabii o detaya girilmez büyük ihtimalle ama benim burada daha çok hani ilkokulda bir öğrencinin kazanması gereken şey şu olabilir yani mıknatısın kutuplarına göre iğnesinin nasıl hareket ettiğini burada anlayabilirlerse bence iyi bir kazanım olur. Çünkü illaki soracaklardır çocuklar yani mıknatıs nasıl çalışıyor. Öyle bir soru gelecektir.

Yapılan toplantılarda yaş düzeyine uygunluk konusunda dikkat edilen unsurlardan bir diğeri düzeye uygun *biçimsel ve süreçsel biyomimikri örneği kullanımı* olmuştur. Bunun kullanımında aynı zamanda MEB’in 4. sınıf fen bilimleri ders kitabı referans alınmıştır.

2. hazırlık toplantısında buna yönelik yapılan konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Biçimsel, hani bu örnekler küçük yaş grubu içindi ama mesela süreç de olabilir dediniz. Örneğin bir ders planı hazırlanacağı zaman ikisine de hitap etmeli mi yoksa teker teker mi olmalı?

Araştırmacı: Aslında hocam temelde kullanmamız gereken biçimsel düzeyde örnekler. Daha çok biçimsel düzeyde biyomimikri kullanımı öneriliyor. Ben de böyle gitmek isterim açıkçası. Ama eğer ki hani öğrencilerin algılayabilecekleri süreç düzeyinde biyomimikri örneği kullanmamız gerekiyorsa, anlayabileceklerini düşünürsek onu da kullanabiliriz ders planı içerisinde. Dün mesela Levent Hocamla konuşurken hangi ünitedeydi hocam bir ünitenin içerisinde vermişlerdi mesela şeyi MEB'in fen kitabında

Levent Hoca: Gekoyu mu diyorsunuz? Bilim Eğlencelidir diye bir kısım vardı.

Araştırmacı: Hah evet, evet burası işte, mühendislik tasarım. Arı peteği-uçak gövdesi, hızlı tren-yalıçapkını kuşu, helikopter-yusufçuk, bunlar biçimsel düzeyde örnekler ama mesela geko kertenkelelerini de vermiş. Aslında sürece dayalı bir biyomimikri örneği kullanmışlar baktığımızda. Ama belki geko kertenkelelerini anlayabilir ama her türlü sürece dayalı biyomimikri örneğini anlayamayabilir tabii ki öğrenciler. O yüzden belki anlayabilecekleri düzeyde süreç düzeyindeki biyomimikri örneklerine yer verebiliriz diyorum ama ağırlıklı olarak vereceğimiz örnekler biçimsel düzeyde biyomimikri örnekleri olacak

4.1.3.2. Ekinlik ve materyallerin düzeye uygunluğu

Yaş düzeyine uygunluk konusunda ekip üyelerinin dikkat ettiği noktalardan bir diğeri etkinlik ve materyallerin düzeye uygunluğu olmuştur. Bu noktada geliştirilen etkinlikler öğrencilerin *el yeterliği/ becerisi ve kavrama düzeyi/ anlaşılabilirlik* yönünden değerlendirilmiştir. Örneğin 5. derste kullanılacak deney materyallerinin öğrencilerin el becerilerine uygunluğu tartışılırken toplantıda geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Mustafa Hoca: Burada materyalin uygunluğu da biraz tartışılır aslında küçük yaş grubu için, yani kesecekler, ipi geçirecekler falan, materyalin dayanıklılığından emin değilim

Araştırmacı: Şöyle hocam aslında o materyallerin büyük bir kısmı öğrencilerin sadece işte ipi geçireceği şekilde hazır bulunacak. Yani daha önceden tabak büyüklüğünde ve yuvarlak şekilde kesilmiş birer çöp poşeti gruplara dağıtılacak

Mustafa Hoca: Bireysel değil yani

Araştırmacı: Aynen grup olarak, sonra işte ipleri geçirmeleri gerekiyor köşedeki deliklere. Bu delikler de önceden delinebilir. Öğrencilere kalan tek şey ipleri şuradan geçirmeleri olur bu durumda, düğüm atmaları falan gerekmiyor.

7. ders planında ise kullanılacak etkinliğin *kavrama düzeyi ve anlaşılabilirliği* yönünden 2 ders saati içinde işlenmesinin öğrencilerde kavramayı zorlaştırabileceğine dair ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu olmuştur:

Mustafa Hoca: Hocamın o kriterler falan mesela onlar da çok güzel belirlenmiş ve çok netler. O kısmın da 4. sınıfta hani naçizane kendi görüşüm bu, tabii arkadaşlar ne der bilmiyorum ama bunlar da o sınıf düzeyi için 40+40 dakikada zor görünüyor. Yapılsa bile öğrencilerin kavraması veya işte içselleştirmesi, kavram yanılgılarına neden olabiliriz gibime geliyor.

Araştırmacı: Anladım hocam, aslında öğrencilere o değerlendirecekleri prensipleri 3. derste veriyoruz. Hatta ben onların oturması için bu derste değerlendirme etkinliği yapalım istedim ama zamanımız olsa yine de kavranması sıkıntı olur mu acaba öğrenci açısından?

Mustafa Hoca: Yani bir değerlendirecekler, paylaşacaklar bir ders daha alır. 40+40+40 gibi düşünülmesi lazım bence

Araştırmacı: Şey aslında bu ders anlatacağımız son ders olacak öğrenciler tasarımlara başlamadan önce. Acaba bir ders daha ekleyebilir miyiz bu etkinlik için Buket Hocam?

Buket Hoca: Etkinlik benim çok hoşuma gitti eminim öğrencilerin de ilgisini çekecektir. Konuyu ben zaten önceden anlatmış olurum. Öyle olmasa bile bir saatlik mutlaka bir boşluk ayarlanır. Dediğim gibi sınıf öğretmenleri olarak bu konuda daha esnek hareket edebiliyoruz

4.1.3.3. İlgi-merak uyandırma/ motivasyon

Yaş düzeyine uygunluk konusunda ekip üyelerinin dikkat ettiği noktalardan sonuncusu öğrencilerde ilgi-merak uyandırma ve motivasyondur. Bunun için hazırlanan ders planlarında *ilgi çekici örnek/ etkinlik ve materyal kullanımına* özen göstermişlerdir. Buna yönelik araştırmacının geliştirilecek program hakkında ekip üyelerini bildirirken tanıtım toplantısında yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Motivasyon bileşenine geldiğimizde Benyus özellikle küçük yaş gruplarında biyomimikrinin öğretilmesi için biyomimikrinin onlara anlamlı gelecek şekilde, ilgilerine, meraklarına ve motivasyonlarına hitap edecek şekilde öğretilmesi gerektiğini savunuyor. Bunun için de birtakım yollar önermekte. Nedir bunlar; basit bir dil kullanımı, ardında ilgi çekici hikayeleri bulunan örneklerin kullanımı ve canlıların gözle görülebilir içsel ve dışsal yapılarına odaklanma. Biz de kazanımlarımızla bunlara dikkat etmeye çalışacağız...

6. hazırlık toplantısında ise ilgi çekici örnek ve materyal kullanımına yönelik ekip üyelerinden Burak Hocanın önermiş olduğu videoya uygulayıcı öğretmenin yapmış olduğu yorum şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: İşte orada mesela o video açılabilir. Aynı zamanda hem ördeğin inişinin videosu var bir de aynı zamanda işte uçağın, o deniz uçağının inişi var. Orada da yine işte bir nevi şey var yani organizmayla yine aradaki yapılan icatla arasındaki bir bağ söz konusu

Buket Hoca: Kesinlikle videoyu izlemek çok keyifli olur burada. Çocuklar çok yani en çok ilgiyi zaten videoya gösteriyor.

8. hazırlık toplantısında ise 7. ders planındaki canlı ve biyomimikri örneklerinin ilgi çekici ve merak uyandırıcı olmasına ilişkin uygulama okulundan gelen diğer ekip üyesinin yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Seyma Hoca: Hocam örnekler güzel yani ilgi çekici olmuş, merak uyandıracak örnekler, dikkatle izleyeceklerinden eminim. Kavramları bilmeseler bile verdiğimizde kolay öğrenecekleri kavramlar. O yüzden yani hem merak etmeleri açısından sürekli de böyle bildikleri şeyleri verirse canları sıkılır zaten. O yüzden yeni bilgiler de görüp öğrenmeleri lazım ki ilgileri dağılmasın. O yüzden bence güzel örnekler sıkıntı yok yani

Öğrencilerde ilgi ve merak uyandırmaya yönelik konuşulan konulardan bir diğeri *somut örnekler kullanma* olmuştur. Buna yönelik 3. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekildedir:

Araştırmacı: Levent Hocam mesela şey yapmıştı hani Ekoloji Okulunda aslında biraz arılarla ilgili bir çalışmamız oluyor demiştiniz. Belki o süreçte tam olarak ne içeriği bilmiyorum ama bu arılarla ilgili kısımda doğrudan gözlemleme veya video, fotoğrafı gibi şeylerle belki oradaki kesitler ders içerisinde kullanılabilir mi öğrencilerde ilgi, merak uyandırma adına? Hani o noktada sizden bir fikir almak isterim.

Levent Hoca: Burak Hocam da gördü, şey var ya arvaryum, arı akvaryumu. Böyle camekan içerisinde. Her yer ahşap ama ön taraf cam. Yani kovanın içini görmüş oluyorsunuz. Zaten üstünde bir boruyla dış bağlantısını da sağlıyorsunuz. Arılar oradan girip çıkıyor. Orada arıları tamamıyla gözlemleyebiliyorsunuz

Araştırmacı: Çok iyi aslında kullanılabilir gibi geliyor en azından somutlaştırma adına

Burak Hoca: Önüne bir kamera koyup belki oradan kayıt alıp o kaydı sonra hızlandırıp ne olup ne bittiğini görebilirler. Önü cam olması çok iyi, ışıklandırması da var bir de içinde led ışıkları da var.

Öğrencilerde ilgi-merak uyandırma ve motivasyona yönelik dikkat edilen bir diğer nokta da *öğrenciyi aktifleştirme* olmuştur. Buna yönelik 5. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Levent Hoca: Benim aklıma şey geldi, öğrencilerden bunları araştırıp gelmeleri istenebilir. Hem onları da aktifleştirmiş oluruz. Öğrenciler bu tür konularda çok meraklı

Araştırmacı: O olabilir, siz deyince şu da geldi aklıma acaba bir önceki ders yapı-fonksiyon ilişkisi ya onun ödevi gibi bu canlıları versek tasarımları vermeden. Mustafa Hoca'nın

önerdiği etkinlik gibi yapı-fonksiyon kısmını evde yapsalar geliştirilen icatlar derste açıklansa. Bir sonraki derse motivasyon anlamında da iyi olabilir.

Levent Hoca: O da mantıklı, olur. Öğrencilere bir dahaki derse bu ödevi tamamlayarak gelmeleri söylenebilir bununla ilgili bir şey yapacağız deyip. Güdülenmiş de olurlar. Ders süresi de gitmez. Öbür türlü bir noktadan sonra sıkılırlar zaten

4.1.4. Bilimsellik

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı geliştirilirken dikkat edilen bir diğer unsur bilimsellik olmuştur. Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Bilimsellik temasına dair; kavram yanlışsından/ karmaşasından kaçınma, bilimsel terminolojiye uygunluk ve bilimsel doğruluk/ gerçeklik olmak üzere üç alt temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4.5'te yer verilmektedir.

Tablo 4.5.

Bilimsellik Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Kavram yanlışsından/karmaşasından kaçınma	
Bilimsel terminolojiye uygunluk	
Bilimsel doğruluk/ gerçeklik	• Örneklerin doğruluğu • Bilimsel açıklamaların doğruluğu • Biyomorfizm ve biyokullanımla karıştırmama

4.1.4.1. Kavram yanlışsından/ karmaşasından kaçınma

Ders planları oluşturulurken bilimsellik konusunda dikkat edilen noktalardan biri öğrencilerde *kavram yanlışsından ve karmaşasından kaçınma* olmuştur. Örneğin 2. ders planında yer alan canlı örneği için kullanılan ifadelerle yönelik 4. hazırlık toplantısında ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Mesela orada kutup ayılarıyla ilgili bir kısım var ya diyor ki kutup ayıların derilerinin rengi siyahtır, fonksiyon da güneşten gelen ısıyı tutmalarını sağlar. Aslında ısı vücutta tutulmaz, onu şöyle değiştirebiliriz mesela güneşten gelen ısının soğurulması sonucu vücut sıcaklıklarını korurlar.

Şeyma Hoca: Soğurma kavramını da biraz açabilirsiniz

Burak Hoca: Soğurma aslında direkt karşılığı da yani emmesi de diyebiliriz

Şeyma Hoca: Yani o iki kelimeyi de kullanıp ama biraz daha açık belki parantez içinde onu da yazabiliriz hocam. Sadece kafalarında daha da netleşsin diye soğurmak nedir

Burak Hoca: Emilmesi soğurulması

Araştırmacı: Isının emilmesi soğurulması, tamam

Burak Hoca: Ya bu şey hocam ısı ve sıcaklık kavramı çok karışıyor özellikle hani o ders planını konuşurken de ben daha önceden söylemiştim hatırlarsanız. Daha sonrasında biz çok zorluk çekiyoruz. O yüzden ben bayağı bir dikkat ediyorum bu konuda

Levent Hoca: Kaynak kitaplarda bile bu sizin söylediğiniz şekilde hep karıştırılıyor

4.1.4.2. Bilimsel terminolojiye uygunluk

Yapılan hazırlık toplantılarında dikkat edilen bir diğer nokta bilimsel terminolojiye uygunluk olmuştur. Örneğin 6. ders planında kullanılan canlı örneğine ilişkin 7. hazırlık toplantısında ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Çalışma kâğıdında da şöyle bir ifade var, o ifade benim çok hoşuma gitmedi uçan sincapla ilgili. Diyor ki mesela diğer ağaca atlarken havanın üzerinde kaymasını sağlar. Hani havanın üzerinde kayma derken işte orası ben olmadı. Hani oraya daha farklı bir şey kullanılsa daha iyi olur gibi geldi

Levent Hoca: Süzülme olur mu arkadaşlar?

Şeyma Hoca: Süzülme falan olamaz mı? Havada süzülmesini sağlar kuşlar gibi

Burak Hoca: Evet süzülme olabilir aslında

Araştırmacı: Tamam bu şekilde yapabiliriz değiştirdim

Benzer şekilde 3. ders planına yönelik 2. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bir bölümü de şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Burada mesela şey var direkt söyleyebilirim istersen. Bu kart eşleme oyunu diye bir dosya var. Orada şey demiştik hani hatırlıyor musun bilmiyorum ama Ulaş Hoca hatta su tutmayan kumaş diyor ya o su tutmayan kumaş değil de su itici, itici diyeceğiz.

Araştırmacı: Evet, o kavramlara da dikkat etmekte fayda var

Burak Hoca: Evet evet yani hidrofobik diye de söyleniyor ama tabii bu 1. şey 4. sınıf öğrencilerine söylenir mi onu hocalarım karar versinler, hani o kendi bilimsel ismi de var hidrofobik diye

Şeyma Hoca: İkisini birlikte ikisini birlikte de verebiliriz bence

Burak Hoca: Parantez içinde onu da yazabilirsin en azından bir şey olsun çocuklarda kulak aşinalığı olsun

4.1.4.3. Bilimsel doğruluk/ gerçeklik

Yapılan toplantılarda dikkat edilen bir diğer nokta sunulan bilgilerin *bilimsel açıdan doğruluğu ve gerçekliği* olmuştur. Örneğin 3. ders planında kullanılan biyomimikri örneğinde verilen bilginin doğruluğuna yönelik 5. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Gök cisimlerinden gelen ışınları, ışıkları daha iyi yansıtabilmek ve daha net görüntüler yakalayabilmek için arı peteği şeklinin taklit edildiği teleskoplar burada örnek olarak verilebilir.

Burak Hoca: En günceli var şu an. James Webb uzay teleskobunda bal petekleri vardı, oradan esinlenmişti, şey olarak o eklenebilir.

Araştırmacı: Evet evet

Ulaş Hoca: Ama Burak Hocam o sadece taşınmayı kolaylaştırsın diye vardı.

Burak Hoca: Hayır taşınmayı kolaylaştırsın ama şey de var hocam orada sadece taşınma değil aynı zamanda o yani her bir parça birleştiğinde en sağlam yapıya mı ulaşıyor çukur anlamda öyle bir şey de vardı

Araştırmacı: En az malzemeye en geniş yüzey alanına ulaşıyor

Burak Hoca: Evet evet sadece taşınmayı kolaylaştırmak için değil

Benzer şekilde 6. ders planında kullanılan canlı örneğinde verilen bilginin doğruluğuna yönelik 7. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bir bölümü ise şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Ulaş Hocam bu hani posta güvercinlerinin işte gaga yapısının içerisinde manyetik alanı algılayan kristaller, insanda da bu görevi gören bir yapının olduğuyla ilgili bir yerde ben okudum ama tam net bir bilgin yok o konu hakkında

Ulaş Hoca: Yani bilmiyorum gözün yapısında öyle bir şey olduğunu daha önce duymadım ama kuşlarla ilgili de Pangea'dan kıtaların ayrılmasına kadar geçen süreçteki devamlı o mesafeye gidip gelmelerinin de etkili olduğu, tek başına manyetik alanla yön bulamadıkları teorisi de var.

Araştırmacı: Evet hocam tek başına değil ama bu güvercinlerin gagalarındaki durumla alakalı bazı deneyler var. Hatta Bilim Teknik'te okumuştum, güvercinlerin vücutlarına başka bir mıknatıs yerleştiriliyor ve yönlerini, dengelerini bulmakta zorlanıyorlar, rotalarını bulamıyorlar. Bu tür denemeler yapılmış güvercinlerle alakalı, ona istinaden koymuştum.

Yapılan toplantılarda dikkat edilen bir diğer nokta öğrencilere yapılan açıklamaların bilimsel doğruluğu olmuştur. Örneğin 4. ders planında öğrencilere yapılacak açıklamanın bilimsel açıdan doğruluğuna yönelik 6. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Ulaş Hoca: Burada sadece şu aşağıda enerji olayını bir netleştiririz. Onu güç olarak değiştirebiliriz mesela daha fazla güç uygulanır diyebiliriz. Enerjiyle çok bağdaştırmak doğru olmaz orada

Araştırmacı: Şurada, ha şurada bu biçimde ayağın yüzey alanı iyice genişlediğinden suyu çok fazla bir kuvvetle geriye doğru iter. Ben hani burada bir mantık hatası mı oluyor diye düşündüm bir an, yüzey alanı genişleyince aslında daha az bir kuvvet uygulamış olmuyor mu gibi de tamam

Ulaş Hoca: Hayır daha çok kuvvet uyguluyoruz ama yukarıda enerjiyle ilgili bir şey vardı. Biraz yukarıda daha az enerji harcama yazıyor. Perdeli ayak daha az enerji harcamıyor. Yani daha fazla güç uyguluyor desek, daha fazla güç uygulayabiliyor desek daha doğru olur gibi geldi bana

Araştırmacı: Tamam o zaman daha hızlı yüzme, daha fazla güç uygulayabilmelerini sağlama, onu cümle düşüklüğü olmadan düzeltmemiz lazım tabii.

Yapılan toplantılarda dikkat edilen bir diğer nokta biyomimikriyi *biyomorfizm* ve *biyokullanım*la karıştırmama olmuştur. Örneğin 2. ders planında kullanılabilecek canlı örneklerinden bahsedildiği 3. hazırlık toplantısında bu konuya yönelik ekip üyesi ve araştırmacı arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Ama şey yok galiba orada değil mi hani biyomimikriden bahsedemeyiz. Çünkü direkt onlardan yararlanıp da yapıyoruz, o böcek ilacının içinde de yer alıyor. Herhalde başka bir kavram vardı

Araştırmacı: Bioutilisation vardı o yapıyı doğrudan kullanmak

Burak Hoca: O zaman olmaz değil mi?

Araştırmacı: Yani şu aşamada aslında doğrudan biyomimikriye girmiyoruz o yüzden olabilir ama öğrencilerin doğrudan yapısını gözlemleyebileceği bir örnek olmaz o zaman da

4.1.5. Zaman ve maliyet

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı geliştirilirken dikkat edilen bir diğer nokta Zaman ve Maliyet olmuştur. Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Zaman ve Maliyet temasına dair; derslere ayrılacak süre, uygulama takvimi ve ekonomiklik olmak üzere üç alt temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4.6'da yer verilmektedir.

Tablo 4.6.

Zaman ve Maliyet Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Derslere ayrılacak süre	• MEB'in ayırdığı süre • Öğretmenin ayıracağı süre • Ders içi etkinlik süresi
Uygulama takvimi	• Biyomimikri adımlarının ünitelere dağılımı • Tasarım haftalarının organizasyonu
Ekonomiklik	

4.1.5.1. Derslere ayrılacak süre

Ders planları oluşturulurken derslere ayrılacak süre konusunda dikkat edilen noktalardan biri *MEB'in ünite ve konulara ayırdığı süre* olmuştur. Örneğin ders içerikleri ve

uygulama sürecinin planlandığı 2. hazırlık toplantısında buna yönelik geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Derslerde ardılığın sağlanabilmesi adına şu 9., 10. ve 11. haftalar işte insan sağlığı ve dengeli beslenme, alkol ve sigaranın zararları devam diye ediyor. Yine sigaranın zararları 2 diye gidiyor. Bilmiyorum genelde ünitelerin bu son konuları bu kadar yoğun bir şekilde işleniyor mu ama...

Levent Hoca: Burada 3 hafta vermiş yani 4'ü okuttum zaten 2 yıl sonra yine 4 olacağım. Ya bu bir ders bir haftada verilir yani 3 hafta ayrılmaz bu şekilde. Yani burada çok fazla verilmiş. Normalde fen bilgisi dersi haftada 3 saat ama burada 6 saat pardon 9 saat vermiş alkol ve sigaranın zararlarına, yani çok fazla

Yapılan toplantılarda derslere ayrılacak süre konusunda dikkat edilen bir diğer nokta işlenen konular için *öğretmenin ayıracağı süre* olmuştur. Buna yönelik 2. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekildedir:

Burak Hoca: Mesela kuvvetin etkileri burada 2 bölüme ayrılmış, büyük ihtimal burada daha uzun süre vakit harcıyordur hocam anlatırken. Planlarken de hani ona göre planlarsak daha sağlam olur gibi geliyor bana

Araştırmacı: Aynen, mesela bilgiyi öğrenciye öncesinde vereceğiz ama acaba haftada 2 saat bu biyomimikri için öğrencilere ayırabileceğimiz zaman kalacak mı?

Buket Hoca: Yani buna da ayak uydururum ben ama şu var hani mesela bir sınıf öğretmeni olarak konuşuyorum. İstedğim zaman istediğim saati ben dersimden ayırabiliyorum. Mesela yıllık planda 3 ders saati demiş. Ben onu bir ders saatinde çocuklara çok güzel hani verebiliyorum. Aslında sürekli bizim için mesela planlanmamış tüm Türkiye şartlarını göz önüne bulundurarak bir fen planı yapılmış ama ortalama veya iyi bir okulda bu süre çocuk için sıkıcı oluyor. Ben onu bir ders saatinde anlatıyorum bitiyor konu. Bu üniteye yavaş gidilir belki ama yine MEB'e göre hızlı gidilir.

Yapılan toplantılarda derslere ayrılacak süre konusunda dikkat edilen bir diğer nokta *ders içi etkinlik süresi* olmuştur. Örneğin 3. hazırlık toplantısında 1. ders planının düzenlenmesine yönelik ekip üyelerinden gelen öneriler tartışılırken geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Mustafa Hoca: Çok güzel, çok değerli olmuş burada ama bilgiler çok fazla bir yönüyle yani 40 dakikalık süre içerisinde işlenmesi zor olacaktır

Burak Hoca: Bütün örnekleri bir arada eş zamanlı götürsen zamandan daha tasarruf edebilir misin bu anlamda? Mesela arı, sincap, köstebek, yaprak kesen karıncası işte diğer canlılar, onların böyle ortak özelliklerinden gitsen sanki hani zaman olarak daha çok yetişir gibi.

Levent Hoca: Ben önerimi şeyde de söylemiştim. Bazıları seçilip yapılır bazıları araştırma ödevi olarak verilir çocuklara

Mustafa Hoca: Şu da olabilir bu bahsettiğiniz hayvanlarla ilgili kartlar düzenlenebilir hem görseli hem de alttaki o teorik bilgiler. Bu teorik bilgiler daha sonra Jigsaw tekniğiyle çocuklara dağıtılabilir. Çocuklar gruplara ayrılır. İşte diyelim 4 grup varsa herkes kendi grubunu çalışır. Sonra herkes kendi grubunun uzmanı olarak gidip diğer grup üyelerine anlatır. Daha sonra belki genel sorular sorulabilir. Yani bütün hayvanlar yine şey yapılır ama sorduğumuz soru hepsini kapsar.

4. hazırlık toplantısında ise ekip üyelerinin önerilerine göre düzenlenen aynı ders planı tekrar değerlendirilirken kullanılan tekniğin kalabalık sınıflarda zaman alabilmesi nedeniyle tekrar düzenlenmesine ilişkin geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Şeyma Hoca: Ben geçen yıl istasyon tekniğiyle bir çalışma yaptım sınıfta. Ama çok uzun süren bir çalışma yani o yüzden diyorum mesela benimki tam 3 ders saati sürdü. Yani çok uzun sürüyor açıkçası. Gittiler, geri geldiler, anlattılar, notlar aldılar falan çok uzun sürüyor gerçekten. Onları da göze alın başlarken çünkü bizim sayımız çok kalabalık. Herkes herkese öğrendiği şeyi anlatmaya çalıştığında gerçekten çok zaman geçiyor

Araştırmacı: Burada şöyle yapsak istasyon tekniğine girmeden işte 7 grup oluşturduk, gruplara işte yedişer tane canlı dağıttık. O canlıları sırasıyla grup içerisinde karttaki bilgileri okuyup cevaplamalarını istesek ve hani istasyon tekniğindeki gibi dönme değil de kendi içlerinde tartışsalar, altındaki değerlendirme sorularını da öğretmen sorsa. Yani bu acaba süreyi kısaltır mı, o gelmişti aklıma

Buket Hoca: Bence daha mantıklı Gözde Hocam süreyi kısaltıp çocuklar aynı anda bütün canlıları da tanıyabilecekleri için öğretmenin o doğrultuda soru sorması ve çocukların cevap vermesi kesinlikle süreyi daha da kısaltır.

4.1.5.2. Uygulama takvimi

Yapılan toplantılarda dikkat edilen noktalardan bir diğeri uygulama takviminin planlanması olmuştur. Bu konuda ekip üyelerinin tartıştığı noktalardan ilki *biyomimikri adımlarının ünitelere dağılımı* olmuştur. Araştırmacı 2. hazırlık toplantısından önce indirdiği MEB yıllık planında haftalara bölünen fen üniteleri ile biyomimikri adımlarını eşleştirmiş; toplantıda bu taslağı ekip üyeleri ile paylaşmış ve öğretmenlerin ünitelere ayırdığı sürelerle ilişkin görüşleri alındıktan sonra yeniden revize etmiştir. Revize edilen bu planlama 3. hazırlık toplantısının başında tekrar ekip üyelerine sunulmuştur. Buna yönelik araştırmacının 3. hazırlık toplantısına başlarken yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Şimdi hocalarım doğayı gözlemleme ve takdir etme 8. haftada başlıyordu. Biyomimikrinin ilk basamağı buraya 3 saat ayrılmış. Daha sonra yapı fonksiyon ilişkisi

kurmayı 9. haftada insan sağılığı ve dengeli beslenmenin içerisinde 40+40 dakikada burada verebiliriz. Ardından arka arkaya 2 hafta alkol ve sigaranın zararları var, bu konular daha kısa sürede işlenebiliyor demıştik. Biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma adımının biyomimikriyi tanıma kısmına 40+40 dakika ayırırsak doğanın prensiplerine de 40 dakikalık ders saati eklersek 3 ders saati oluyor. Bunu iki haftanın 3 ders saatinde verebiliriz. Sonrasında organizmalar ile yapılan icatlar arasında bağ kurma adımı geliyor Kuvvetin Etkilerinde yani 12. hafta. Bu bağ kurmayı beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi ve sinektik teknikleriyle vereceğiz demıştik. Beyin fırtınasının kullanıldığı derse şu an 12. hafta dedim ama hâlâ bir haftalık boşluk var öncesinde. Eğer düşündüğümüz gibi Besinlerimiz ünitesi erken biterse 11. haftaya çekebiliriz ama şimdilik 12. haftadan devam ettirdim. Sonra analogilerle öğretim stratejisi geliyor 13. hafta yani kuvvetin yavaşlatıcı etkisi...

Uygulama takviminin planlanması konusunda dikkat edilen bir diğer nokta ise *tasarım haftalarının organizasyonu* olmuştur. Buna yönelik 9. hazırlık toplantısında ekip üyeleri arasında geçen konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Öncelikli olarak şu ilk dönemin son 3 haftasını biyomimikri uygulama aşamasına ayırmıştık. 1. haftada öğrencilerin derste veya ders dışında ilgilerini çeken canlıları, gruplarıyla birlikte paylaşımlarını istiyoruz. ... 2. haftada resmettiğiniz tasarım prensibiyle hangi problemlere çözümler üretebileceğiniz hakkında grupça beyin fırtınası yapın diyoruz. ... Taklit etme aşamasında belirlediğiniz fikrin tasarıma veya ürüne dönüştürülebilmesi için grubunuzla birlikte gerekli olan malzemeleri belirleyin diyoruz. Bu malzemeleri liste haline getirerek öğretmenimize verin. Hocam siz bana iletebilirsiniz, biz o malzemeleri temin ederiz. Seçtiğiniz fikri resmederek veya sizlere verilen malzemelerle model oluşturarak ürüne dönüştürün diyoruz. ... Ve son hafta 3. hafta, burada da geliştirdiğiniz üründe hangi canlıdan ilham aldığınızı, bu canlıyla ürün arasında nasıl bir ilişki kurduğunuzu, hangi probleme çözüm ürettiğinizi ve bu çözümden kimlerin yararlanabileceğini, hangi doğa prensiplerine uyduğunuzu anlatan bir sunum hazırlayın diyoruz. Bilmiyorum hani bakma imkânınız oldu mu olmadı mı ama şimdi de hani üstünde konuşup şöyle yapabiliriz, böyle yapabiliriz

Burak Hoca: Şöyle bir şey geliyor aklıma 1. çalışma kâğıdına baktığım zaman çok fazla soru var. Mesela 1. hafta 2 hafta olarak alınsa. 1. haftada çocuklar sadece bir canlıya karar verseler, inceleseler. Bu kısım en önemli kısım bence. 1. haftayı 2 hafta şeklinde alıp ondan sonra diğer aşamaya geçmekte fayda var.

Araştırmacı: O zaman burayı yani işte şey buraya 2 haftaya ayırdık diyelim. 2. hafta için de 2 hafta ayırırsak bu sefer hani 5 haftalık bir süreç

Burak Hoca: Ama bak şöyle 2. haftaya 2 hafta ayırmana gerek yok, niye gerek yok. 2. hafta sadece bu sefer artık canlıyı belirlediler, resmini de çizdiler artık yani o canlıya nasıl bir yarar sağladığını biliyorlar. Sadece oradan problem durumuna çıkmaları. Yani hangi probleme çözüm üretmeleri gerektiğiyle ilgili bir kısım var, burası daha kısa bence.

Levent Hoca: Zaten onu seçmişlerse o hayvanın özelliklerini de tanımışlardır, neden seçtiklerini de bilirler

Burak Hoca: Ama ilk aşama daha önemli

Araştırmacı: Ama oradan sonra ürün tasarlamaya geçecekler. Yani şu an 2. hafta dediğimiz yer. Ben asıl orada ihtiyaç duyulur diye düşünüyorum.

Buket Hoca: Orası da 2 hafta olmalı ürün oluşturma. Çünkü neden, tamam biz size malzeme listesini verdik hemen ivedi bir şekilde verdik, malzemeleri hemen temin ettiniz. Atıyorum bir iki gün içerisinde getirdiniz ve biz o malzemeleri çocuklara verdikten sonra bunu sonuçta grup olarak yapacakları için okulda tasarlayacaklar

Aynı toplantıda tasarım sürecinin organizasyonuna ilişkin yaşanan sorunun çözümüne yönelik araştırmacı ve uygulayıcı öğretmen arasında geçen konuşmaların bir bölümü ise şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Burada ölçütlere göre yapılan icatları değerlendirme adımı bittikten sonra geriye 4 haftamız kalıyor dolayısıyla burada bir sıkışıklık oluyor ama biz normalde ilk üniteyi biyomimikriye dayalı olarak hiçbir şekilde kullanmayacağız. İlk ünite de Yer Kabuğu ve Dünyamızın Hareketleri. Buraya normalde 5 hafta ayrılmış ama acaba 5 haftalık bir süreç gerekir mi daha kısa sürede tamamlanabilir mi?

Buket Hoca: 5 hafta çok fazla. 5 hafta mesela şu kazanımlara göre çok fazla. Yani bu kazanımlara bakınca biz bunu çok rahatlıkla 2-3 haftada veririz gibi geliyor

Araştırmacı: Eğer öyle yapabilirsek, öne çekersek 2 hafta buradan kazanımımız olursa burada daha rahat bir şekilde kullanılabilir öğrenciler uygulama aşaması için

Buket Hoca: En mantıklısı o Gözde Hocam. Çünkü o bilgi yükleme kısmındaki ilk üniteyi biz çok rahat bir şekilde 3 haftada veririz. Sonra tasarım için bize süre kalması araştırması için çocuğun, fikir edinebilmesi için 2 hafta daha olmasa bile 10 gün bile idealdir.

4.1.5.3. Ekonomiklik

Yapılan toplantılarda dikkat edilen noktalardan bir diğeri geliştirilen etkinliklerin materyal yönünden ekonomikliği olmuştur. Örneğin 3. hazırlık toplantısında programın 2. dersi olarak uygulanması planlanan ders planında kullanılacak canlı örneğinin maliyetine şu sözlerle değinilerek uygulanmasından vazgeçilmiştir:

Levent Hoca: Karıncalar koloni olarak satılıyor ama çok sıkıntılı, iş ticarete dökülmüş. Bahsetmiştim biz 2 kolonimizi kaybettik. Yaşlı koloni satmıştır siz bilemezsiniz onu. Ya da işte şöyle geldi, kargoyla geldiyse strese girer. Sınıflar için formikaryum yapılır ama bu çok şey zahmetli ve maliyetli bir şey

5. hazırlık toplantısında ise 3. ders planında kullanılacak materyalin daha ekonomik olabilmesi için ekip üyesinin öneri getirirken yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Mustafa Hoca: Burada şey aklıma geldi hocam bireysel olarak da. Yani sınıfın 40 kişi olduğu düşünülürse en az bir 40 kart edecek bu. Eğer bireysel olarak bir değerlendirme yapacaksak kartların hepsinin aynı olması gerekmiyor. Farklı kartlar farklı çocuklara gidebilir ortak olanlar da olabilir. Dolayısıyla kendi cevabını doğrulamak için de bir yöntem ama bu biraz hani masraflı olabilir, zaman anlamında da materyal anlamında da. Bunun yerine yine sizin sonda yaptığınız gruplar belki ilkin burada oluşturularak birkaç canlı verilip tahmin kartı tarzında ön yüzünde canlının fotoğrafı arkasında da sizin o bahsettiğiniz sorular olur. Cevaplar için kısa bir alan olur. Bunun içinde grup kendi arasında buna karar verirken zaten biz istemesek de bir şey olacak hani bir soruşturma yürüyecek

Programa yönelik genel değerlendirmelerin yapıldığı 10. hazırlık toplantısında ise ekip üyelerinden Şeyma Hoca deneylerde kullanılan materyallerin ekonomikliğine ilişkin *“Hani deneyler falan da çok şey, gayet hani her sınıfın yapabileceği malzemelerin kolay bulunabileceği deneyler. Konuya, kazanıma da uygun ve maliyetsiz, öğrenciler kendileri de yapabilirler mesela sonrasında.”* açıklamasını yapmıştır.

4.1.6. Olası sınırlılıklar

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı geliştirilirken dikkat edilen bir diğer unsur uygulama sürecinde karşılaşılabilecek olası sınırlılıklar olmuştur. Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Olası Sınırlılıklar temasına dair; fiziksel ve mevsimsel koşullar, etik unsurlar ve sınav ve karne haftaları olmak üzere üç temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4. 7’de yer verilmektedir.

Tablo 4.7.

Olası Sınırlılıklara Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Fiziksel ve mevsimsel koşullar	• Sınıf mevcudu ve etkinlik alanı • Materyal temin edilebilirliği • Mevsimsel koşullar
Etik unsurlar	
Sınav ve karne haftaları	

4.1.6.1. Fiziksel ve mevsimsel koşullar

Ders planları oluşturulurken uygulama sürecinde karşılaşılabilecek fiziksel ve mevsimsel koşullara ilişkin değinilen olası sınırlılıklardan biri *sınıf mevcudu ve etkinlik alanı*

olmuştur. Örneğin 3. hazırlık toplantısında örnek ders planının kalabalık sınıflarda uygulanma zorluğuna dikkat çeken ekip üyesinin yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Levent Hoca: Çocuğun önceden karıncayı gözlemleyerek gelmesi daha iyi olabilir. Çünkü 40 dakikada karıncayı gözlemleyeceksin ondan sonra yani kalabalık gruplarda bu işler zor olur. Mesela benim sınıfım 35 kişi. 35 kişiyle karınca gözlemine çıktığında bir dersin gider. Ön bulunuşlukla gelmeleri de iyi olabilir bence

4. hazırlık toplantısında ise grup çalışmalarına yönelik sınıf mevcudu ve etkinlik alanının sınırlılığına ilişkin geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Şeyma Hoca: Buket Hocam senin sınıfın kaç kişiydi?

Buket Hoca: Benim 39 kişiyim ben

Şeyma Hoca: Tamam 42 olursun seneye sen

Buket Hoca: Olmam inşallah iyi düşünelim. Sıralar çift kişilik, bir sırayı boş bırakmamız lazım, o da daha fazla sıra gerektirir. En büyük kaygım o benim sayımız çok fazla. Öyle olduğu için mesela yer sıkıntımız var, işte küme yapmakta çok sorun çekiyoruz, bu tarz sıkıntılarımız var, fiziki ortamımız ve sayımız çok sıkıntılı. Ondan dolayı tek değil de çift sayı olursa fazladan sıraya gerek kalmaz.

Ders planları oluşturulurken uygulama sürecinde karşılaşılabilecek fiziksel ve mevsimsel koşullara ilişkin değinilen olası sınırlılıklardan bir diğeri *materyal temin edilebilirliği* olmuştur. Örneğin 3. ders planında kullanılacak alternatif etkinliğe yönelik öğrencilere materyal sağlanmasına ilişkin 5. hazırlık toplantısında uygulayıcı öğretmen ve araştırmacı arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Buket Hoca: Gözde Hocam küçük bir şey soracağım Kahoot uygulaması dediniz ya sınıfta mı uygulanacak bu, sınıfta mı uygulayacağız yani?

Araştırmacı: Sınıfta uygulama imkânı olursa güzel olur. Benim aklımda canlanan oydu ama telefon getirmek falan gibi durumlar söz konusu olacaktır ya da tablet falan o tarz şeyler. Eğer ki buna imkânımız yoksa hani onu ya kart eşleme olabilir, zamanımız yetecek gibi gözümüze kestirebilirsek kart eşlemeye çevirebiliriz olmazsa da dediğim gibi hani bireysel şu şekilde bırakabiliriz yani olayı.

Buket Hoca: Yani zaman yetebilir diye düşünüyorum ben grup çalışmasına. Diğer etkinlik için de 40 dakika yeterli diye düşünüyorum. Sadece Kahoot'ta biraz sıkıntı olabilir mi? Yani bütün sınıf tek oyuna girebilir ama o zaman da çok bir mantığı olmayacak. Onun eğlencesi olmayacak yani. Çocuklar tablet telefon getiremezler çünkü yani biri getirir biri getirmez falan, o biraz sıkıntı olabilir ama isterseniz akşam için mesela öyle bir uygulama düşünülebilir.

Yapılan değerlendirmeden sonra etkinliğin kart eşleme oyunu olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Ders planları oluşturulurken dikkat edilen sınırlılıklardan bir diğeri *mevsimsel koşullar* olmuştur. Örneğin 3. hazırlık toplantısında tartışılan örnek ders planının uygulanması halinde mevsimsel koşullara karşın alternatif oluşturmaya yönelik ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Mustafa Hoca: Mesela orada benim aklıma gelen şu oldu mevsime göre de değişebilir tabii ama mevsim seçilir hani bu etkinliğin uygulanacağı zaman. Mesela karınca olmadığında karıncayı mikroskobik şeyler var youtube videolarında, diğerlerinde o ayaklarının falan kıllı olduğuna dair birçok şey var mesela. Karıncayı birebir gözlemlemeyip bu eğimi deneyimlemediğinde ben bu eğimi oluşturup bir oyuncak arabayla da denesem aynı sonucu elde edebilirim

Levent Hoca: Bu ders programında evet iklim de önemli. Yani Kars'ta ya da Erzurum'da sadece videoya dönecektir iş yani şeye elektronik ortamlara. Ama yani materyal gelişimi olursa ben onun kapatacağını düşünüyorum. Yani bir de bir şey var öğretmen artık kendisine uyarlayacaktır. Yani işte kışın bu program uygulamayacaktır, ilkbaharda uygulayacaktır ya da sonbaharda uygulayacaktır

4.1.6.2. Etik unsurlar

Ders planları oluşturulurken uygulama sürecinde karşılaşılabilecek olası sınırlılıklara ilişkin dikkat edilen noktalardan bir diğeri etik unsurlar olmuştur. Örneğin 3. hazırlık toplantısında tartışılan örnek ders planının uygulanması halinde canlıya ve biyoçeşitliliğe zarar oluşturmaya ilişkin taşınan endişeler toplantı sürecine şu şekilde yansımıştır:

Mustafa Hoca: Affedersiniz hocam onun etikliği konusu hani nasıl? Ya böyle hayvanı böyle kolonisini taşımak şey yapmak, o biyoçeşitliliğe verdiği zarar

Levent Hoca: Bunlar zaten şeyler doğadan değil zaten üretim bunlar. Yani doğadan toplamıyorlar hususi yetiştirme. Şey gibi düşünün yani işte köpeklerin işte üretilip yavrularının satılması ya da kediler gibi. Onlar sıkıntılı, onlara girdiğimiz zaman tabii fazlaca sıkıntılı ama şeydi yani bize bu sefer Hacettepe Üniversitesi'nden gelecek. Orada karınca üzerine çalışan bir profesör var, koloni onların üretimi yani. O anlamda şey gözlem anlamında evet iyiler.

4.1.6.3. Sınav ve karne haftaları

Ders planları oluşturulurken uygulama sürecinde karşılaşılabilecek olası sınırlılıklara ilişkin dikkate alınan bir diğer konu sınav ve karne haftaları olmuştur. Örneğin 2. hazırlık toplantısında araştırmacının taslak olarak geliştirdiği uygulama çizelgesine göre tasarım

sürecinin sınav ve karne haftalarına denk gelmesine ilişkin ekip üyeleri tarafından getirilen öneriler ve tartışma süreci şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Benim düşüncem evet dönemin sonuna doğru yaklaşmış oluyoruz. 4 hafta var belki son hafta bizim için riske olabilir, bir hafta öne çekebilir miyiz bilmiyorum bu gidişatı ama

Levent Hoca: Bence çekilmesi iyi olur Gözde Hocam, son haftalar şeydir. Burak Hocam da öğretmenlik yaptı Milli Eğitim’de daha sıcaktır anıları. Son haftalar sıkıntılı bitse de gitsek, öğretmen için de böyledir

Burak Hoca: Ama hocam belki şey olabilir ya hocam bu son haftalarda uygulama aşaması belki tutabilir ya çocukları bağlayabilir biraz. Hani konu işlemiyor ya ders işlemiyor, ders havasında olmayacak bir şey gibi görürse o tutabilir bak uygulama aşaması

Levent Hoca: Burada şöyle bir şey de olabilir yani 2 hafta verilip son hafta sergiye. Son hafta bir gün çok güzel olur, okulda bir sergi yapılabilir. Şimdi böyle büyük şeylere gerek yok, koridorlar bile sergi alanına dönüştürülebiliyor artık diğer sınıflar da gezer.

Burak Hoca: Zaten şey yok muydu Gözde Hocam, senin programında böyle bir şey vardı sanki hani üç halka vardı bir tanesinin içerisinde iletişim basamağı mı, sosyalleşme miydi, öyle bir basamağı vardı.

Araştırmacı: Aynen sosyal çevre kısmında, paylaşma adımı doğru söylüyorsunuz aslında. Hani ben ilk etapta öbür türlü düşündüm, son haftalar bize acaba sıkıntı yaratır mı gibi ama biyomimikri uygulama aşamasını gerçekleştireceğiz son haftalarda. Avantaja çevirebiliriz Levent Hocamın dediği gibi aslında doğru

9. hazırlık toplantısında ise uygulayıcı öğretmen tasarım sürecinin sınav haftalarına denk gelmesine ilişkin endişelerini dile getirmiş ve programın daha erken başlatılmasına karar verilmiştir. Buna yönelik toplantıda geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Buket Hoca: Bir de sınav haftasına denk geliyor falan o anlamda hani ben kaygılanıyorum. Çünkü tam zaten bu ürün oluşturma zamanı sizin bahsettiniz bizim yazılı dönemimize denk gelecek.

Araştırmacı: Evet doğru öyle bir durum var haklısınız

Buket Hoca: 2 hafta mutlaka 2 hafta olması lazım üstüne çalışacaklar, hani okul dışında bir saatte okulda toplanamayacakları için 2 hafta ideal bir süre

Araştırmacı: 2. hafta için 2 hafta diyoruz, 1. hafta için de öyle, son hafta da paylaşma toplam 5 haftalık bir süreç gerekecek uygulama aşamasına. Hani ilk dönemin haftaları yetecek mi diye düşünüyordum ama ilk ünite için o zaman

Buket Hoca: En baştaki konular var ya 5 hafta diyor ama o kadar süre ayırmıyoruz biz o konulara, 3 hafta maksimum. Programı erkene çekebiliriz o noktada

4.1.7. Öneriler

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı geliştirilirken dikkat edilen bir diğer nokta ekip üyelerinden gelen öneriler olmuştur. Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda Öneriler temasına dair; destekleyici kaynak ve materyal, ekiple çalışma süreci, planların düzenlenmesi ve materyal hazırlama/ geliştirme olmak üzere dört alt temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4.8’de yer verilmektedir.

Tablo 4.8.

Öneriler Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Destekleyici kaynak ve materyal	• Bilimsel çizgi film • Bilimsel kitap/dergi ve ekleri • Web siteleri
Ekiple çalışma süreci	• Ekipçe plan geliştirme • Toplantı öncesi inceleme • İnteraktif plan yazma • Üniteleri inceleme-çerçeveyi daraltma • Uygulayıcı öğretmen belirleme-dahil etme
Planların düzenlenmesi	
Materyal hazırlama/ geliştirme	• Bilgi kartları/ Canlı kartları/ Biyomimikri kartları • Materyali somutlaştırma

4.1.7.1. Destekleyici kaynak ve materyal

Yapılan toplantılarda destekleyici kaynak ve materyal kullanımına ilişkin ilk öneri *bilimsel çizgi film* olmuştur. Buna yönelik 1. hazırlık toplantısında ekip üyelerinden Levent Hoca'nın yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Levent Hoca: Gözde Hocam, Kratt Kardeşler diye bir çizgi film var, Kanada yapımı. Bence hepimiz izleyelim, Kratt Kardeşler tam da bu biyomimikriye yönelik. K r a t t. Kastamonu, Rize, Adana, Trabzon, Trabzon. Bunların hepsine bulabiliriz. Onlarca bölümü var, benim büyük oğlum 9. sınıfa giden de izliyordu. Şimdi küçük, 2. sınıf o da izliyor. Tamamen bu zaten. Yani çok farklı canlılar, o canlıların özelliklerine uygun ürün, elbiseler tasarımlar geliştiriyorlar. Hangi özelliğini alması gerekli mesela şeyde, bizonlar için güç, kuvvet üzerinden gidiyor. Kartal için o bakış, keskin bir bakış, görme yeteneği. Kratt Kardeşler şey bizim kafamızı çok açacaktır bence. Hatta çocuklara da izletebiliriz. Bence böyle bir hafta Kratt Kardeşler izleyelim bayağı kafamız açılacak gibi geliyor bana. Bilimsel hani yani öyle şey değil

2. hazırlık toplantısında ise önerilen bu materyalin öğrencilere ev etkinliği olarak verileceğine ilişkin araştırmacı ile uygulayıcı öğretmen arasında geçen konuşmanın bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Bir de Buket Hocam size de söylemiş olayım Kratt Kardeşler diye bir çizgi film var Levent Hocam önermişti. Bu çizgi filmde de biyomimikriye çok hitap eden örnekler var. Bunları belki hani ikişer bölüm ya da birer bölüm her hafta öğrencilere ev etkinliği olarak izletebiliriz

Buket Hoca: Hıhı Kratt Kardeşler mi dediniz?

Araştırmacı: Evet evet hocam

Buket Hoca: Tamam

Ders planları geliştirilirken destekleyici kaynak ve materyal kullanımına ilişkin bir diğer öneri *bilimsel bilimsel kitap/ dergi ve eklerinden* yararlanılması olmuştur. Örneğin 2. hazırlık toplantısında ekip üyesinin önerisine ilişkin toplantıda geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Ben de şey söyleyecektim bu aralar Bilim Çocuğu tarıyorum yani bu zamana kadar elimde olan bütün Bilim Çocukları aldım elime teker teker hepsine bakıyorum en son bir tanesinin içinden şey çıktı böyle bir kartlık çıktı. Hatta getireceğim şöyle önde resimleri var, bunlar çıkıyor kendi yerlerinden arkasında da açıklamaları yazıyor canlıların. Şimdi bunu şey yapabiliyoruz bildiğim kadarıyla abonelik yapıldığı zaman e-kitap, e-arşiv olarak da ulaşabiliyoruz oraya. Bayağı güzel şeyler var mesela bir tane daha vardı onu da getirecektim sana...

Araştırmacı: Kesinlikle zaten somutlaştırmak lazım aslında öğrencilerin de hem akıllarında kalıcı olması için hem de ilgi çekici olması için. Bilim Çocuk demişken abonelik gerekiyor dediğin gibi ama mesela 2021'den öncesine internette ulaşılabilir aslında bilgilerine

Burak Hoca: Evet ücretsizdi, plan hazırlarken taranabilir yani orası

Ders planları geliştirilirken destekleyici kaynak ve materyal kullanımına ilişkin bir diğer öneri biyomimikriye ilişkin *web sitelerinden* yararlanılması olmuştur. Örneğin 1. hazırlık toplantısında araştırmacı, ekip üyelerine göndereceği kaynaklardan bahsederken bu web sitelerine de şu sözlerle değinmiştir:

Araştırmacı: Ben size kaynak da göndereceğim. Türkçe kaynak biraz sınırlı ama yabancı kaynaklardan sentezleyip anlaşılır şekilde yazmaya çalıştığım kısmı göndereceğim Orada bu ifade ettiğim şeyler eminim daha çok oturacaktır akıllarınızda. Bir de bazı internet siteleri var, doğrudan biyomimikriye yönelik Asknature, Biomimicry Institute gibi. Linki var bu göndereceğim kaynaklarda. Örnek bağlamında oradan da yararlanabiliriz, adreslerini atacağım size

2. hazırlık toplantısında ise 6. ders planında kullanılacak sinektik tekniğine ilişkin ekip üyelerine bilgilendirici materyal gönderilmesine yönelik geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Mustafa Hoca: Bunu biraz sinektiği şeye de benzettim ben metaforik düşürmeye de benzettim aslında. Temelinde o var mı?

Araştırmacı: Aynen temelinde o var. Onu aslında ders planına yedirmeye çalışacağız.

Mustafa Hoca: Yani siz anlatınca çok hoşuma gitti. Ben de düşünmeye çalışacağım hani şeyleri. Ya bunu bir derste görmek çok keyifli olacak gibime geliyor. Bununla ilgili de bir örnek gönderebilir misiniz? Burada da paylaşırsanız çok güzel olur

Araştırmacı: Tabi tabi göndereceğim toplantıdan sonra, o hafta üzerine konuşuruz zaten

4.1.7.2. Ekiple çalışma süreci

Ders planları geliştirilirken getirilen önerilerden bir bölümü ise ekiple çalışma sürecine yönelik olmuştur. Bunlardan ilki planların geliştirilmesinde izlenecek sürecin belirlenmesidir. Örneğin 1. hazırlık toplantısında ekip üyeleri arasında geçen konuşmada *ekipçe plan geliştirme, toplantı öncesi inceleme ve interaktif plan yazma* gibi öneriler tartışılmıştır. Buna yönelik toplantıda geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Yani hani tek tek hazırlamamız zaman kaybı gibi olabilir ama fikir çeşitliliği de sağlıyor. O nedenle eş zamanlı hazırlamamız iyi olabilir gibi geliyor. Hani bir ders planı hazırlamış olacağız belki bir saatlik veya iki saatlik

Ulaş Hoca: Zaten müşterek bir grubumuz var Whatsapp'ta oraya göndeririz. Orada hem diğer toplantıya kadar ne yapacağımızı da netleştiririz. Olmazsa hani ders planını hazırlarız aklımıza geldiği şekilde veya mesela gruptan şununla ilgili ben hazırlıyorum derim onu başka birisi hazırlamaz. O da farklı bir örnek hazırlar o derse yönelik, çeşitlilik de olur. Beğenilenleri kullanırız ya da içinden etkinlik çekeriz

Burak Hoca: Ya da dediğin gibi hocam işte onunla ilgili fikirler ortaya atılıp örneğin mesela önümüzdeki hafta toplantıyı açtığımızda direkt böyle ders planını da açalım. İnteraktif driving o an için yazmaya başlaya da biliriz orada

Aynı toplantıda plan hazırlamadan önce *üniteleri inceleme ve çerçeveyi daraltmaya* ilişkin geçen konuşmaların ise bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Ya ünite bağlamında değerlendirmek lazım mesela bunu ortak mı yaparız bilmiyorum ama mesela besinler ünitesiyle ilgili nasıl bir şey ortaya koyacağız veya kuvvet ünitesinde. Hani bence bunlara da bir karar vermek gerekiyor. Yani bunu tartışarak mı yaparız ya da bireysel mi yaparız bilmiyorum ama kendi içinde böyle bir sınıflandırma yapıp belki çerçeveyi daha böyle biraz daha daraltma taraftarıyım. Yoksa dağılırız gibi geliyor. Yani net bir şey kısımları koyarsak en azından hepimiz bir yere odaklanırsak belki daha etkili olur.

Araştırmacı: Haklısınız hocam ben de hani o bağlamda şey istiyorum size göndereceğim kaynaklar ve bu Milli Eğitimin programına bir bakıp önümüzdeki hafta ders planı değil de nasıl yapabilirizi konuşalım diğer haftalar için

Geliştirilecek planlara ilişkin getirilen bir diğer öneri, görüşlerini almak üzere *uygulayıcı öğretmenin belirlenmesi* ve toplantılara dahil edilmesi olmuştur. Buna yönelik 1. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekildedir:

Ulaş Hoca: Ama bence en önemli şey öğretmenimizi bulalım hani bir an önce onu bir bulalım sonra ona gösterelim bunları. Yoksa hani yarı yoldan dönmek zorunda kalmayalım

Burak Hoca: Biz yazarken canlı canlı o da görmüş olur planı

Araştırmacı: Öyle yapabiliriz, o olabilir ama önümüzdeki haftaya kadar biraz daha somutlaştırmamız lazım adımlarımızı. Hani hoca için ilk etapta uygulanabilirlik izlenimi oluşmuş olsun. Çünkü biraz soru işareti var sanırım görüştüğüm kadarıyla. Muhtemelen haftaya katılacaklar ama bizim de biraz daha somut adımlar sunmamız lazım.

4.1.7.3. Planların düzenlenmesi (zenginleştirme/ seyreltme/ revize etme)

Ders planları geliştirilirken getirilen önerilerden birçoğu ise planların düzenlenmesine yönelik olmuştur. Örneğin 6. hazırlık toplantısında Burak Hoca'nın tasarlamış olduğu 4. ders planına yönelik eklenebilecek etkinliğe ilişkin ekip üyeleri arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: ... Oradan işte bu sandallardaki kürek ya da işte ayağımızı taktığımız paletlere benzetme, buradan yola çıkarak bir tasarım mı yaptırılabilir ya da farklı bir şey mi yapılabilir o aslında o konuda tıkaandım yani benim yazdığım bu buraya kadardı.

Mustafa Hoca: Bende şey çağırışımı yaptı sanki böyle o yüzey alan ilişkisini görebilmek için. Ne kadar su taşıyor? Diyelim bir kap var yanımızda, bir de diyelim bardak mı olur ya da böyle silme bir kaba su konulabilir. Önce kürdanla deneriz kürdanın taşıdığı su gözlemlenebilir. Sonra kürdanın başına böyle bir palet gibi bir şey takarız hani o sınıftaki herhangi bir kâğıt bile olabilir. Onu yaptıktan sonra bir daha yaparız, daha fazla döküldüğü görülür... Her şeye bir bardak bile verilebilir her masaya, iki çocuğa bir. Sen de dene sen de dene en çok hangisi taşıyor sizce? Sadece işaretlenebilir. Bir şey yazmasına gerek yok. En çok kürdanmış üçünden birini işaretleyiniz gibi. Sonra bunun nedeni üzerine konuşulabilir.

Burak Hoca: Bilimsel süreç de eklenmiş olur böylelikle

7. hazırlık toplantısında ise 5. ders planında yer alan paraşüt deneyine yönelik ekip üyesinin getirmiş olduğu öneriye ilişkin geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Burada şey yapılabilir belki mesela grup çalışması olacaksa eğer bazı paraşütleri hazırlarken mesela poşetin o hazırlanan kısmının bir tanesi daha büyük bir tanesi daha küçük. Orada da en azından bir hipotez kurulabilir yani bak ne oldu, işte büyükken ne oldu, küçükken ne oldu, onun denemeleri yapılırken, en azından çocuklara bir kıyaslama yoluna gitmeleri de sağlanır. En azından öyle bir farklılık olsun hepsi aynı olmasın

Araştırmacı: Aynen doğru

Burak Hoca: Öyle birkaç tane daha değişken üretebilirsek çok güzel olur aslında. Şimdi poşeti büyük dedik, başka ne olabilir iplerinin uzunluğu kısalığı da olabilir mesela. Poşetin cinsi farklı olabilir, kalın poşet, ince poşet işte, öyle bir şey denilebilir. Yani böyle farklı farklı değişkenler koyulursa en azından bunları denediği zaman çocuk arasındaki farkı görür

Aynı toplantıda 6. ders planına yönelik ise eklenebilecek deney önerisine ilişkin ekip üyelerinden Burak Hoca'nın yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Burak Hoca: Benim burada önerim şu olabilir. Bir pusulayı sadece göstermek değil de dersin sonunda pusulanın bir gösterimi ya da işte bir pusula iğnesinin nasıl hareket ettiği, böyle bir etkinlik tarzında bir şey yapılabilir. Şey de geliyor aklıma biz normalde bunu doğa etkinliklerinde falan yapıyoruz. İşte bir iğneyi yapay olarak mıknatıslandırıp bir yaprağın üzerine, bir su kabının üzerine yaprak yerleştirerek basit bir pusula yapımı yapıyoruz

Araştırmacı: Çok güzel olur aslında

4.1.7.4. Materyal hazırlama/ geliştirme

Ders planları tasarlanırken ekip üyelerinden gelen önerilerden bir diğeri programa yönelik materyal geliştirme olmuştur. Örneğin 2. hazırlık toplantısında ekip üyelerinden Levent Hoca'nın buna yönelik yapmış olduğu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Levent Hoca: Zaten bu şey için program için materyal yaratılmalı bence. Yani özellikle görsel materyaller olmalı, oyun kartları olur işte boyama kitapları olur. Yani ben yurt dışındaki şeylere üyeyim, hep görüyorum mesela karahindiba. Karahindibayı o kadar ayrıntılı büyütmüşler ki A3'e yakın şekilde, oklar çıkarmışlar, çocuklar dolduruyor. Yani bizde de şey olabilir mesela öyle bir şansımız varsa köstebekteydi galiba salgısıyla etkisiz hale getiriyordu. Mesela onlar görselleştirilebilir. Ya da daha sonraki için yalıçapkinının gagası görselleştirilebilir. Bu tarz görsellerle yani bir şekilde materyal yaratılır, yaratılmalı diye düşünüyorum ben

Araştırmacı: Evet özellikle yapı-fonksiyon ilişkisi kurma aşamasına geçince çok ihtiyacımız olacak

5. hazırlık toplantısında ise ekip üyesinin bir önceki toplantıda 2. ders planına yönelik geliştirdiği materyal önerisini sunarken araştırmacı ile aralarında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Elinize sağlık bu arada hocam o şey çok hoş olmuş, dediğiniz gibi hani boşluk bırakıyoruz, yapı fonksiyonu, yapıyı veriyoruz fonksiyonu öğrencinin tahmin etmesini istiyoruz, fonksiyonu verip yapıyı tahmin etmesini istiyoruz. Hem düşünerek bulabilecekleri ve akılda kalıcı bir şey olacaktır onlar için öğrenciler için hani benim hoşuma gitti gerçekten.

Mustafa Hoca: Evet bir de her şeyi hazır vermemiş oluruz. Çocuklar kendileri keşfetmiş olur. Yani bir şeyi vermekten ziyade çocuktan bulmasını istemek belki meşakkatli ama daha yararlı ve öğretici oluyor çocukta, daha kalıcı oluyor.

6. hazırlık toplantısında ise yine 2. ders planına yönelik geliştirilmesini önerdiği kartların tasarımı dökülebileceğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Mustafa Hoca: Gözde Hocam o dediğiniz hayvan kartlarını ben proje için bir tasarımcıyla çalışıyorum da. Ona şey söyledim 10x10 kare şeklinde ön tarafa hayvanın görseli, canlının görseli, arka tarafa da yapı ve fonksiyon çalışabilir misin? Taslak gelirse çalışırız dediler

Araştırmacı: Süpersiniz hocam çok güzel olur. Çünkü ben de tam sizin dediğiniz gibi ön kısma canlının fotoğrafları, arkaya da işte 3 tane mesela canlının spesifik özelliğine dair yapıyı yerleştirecek şekilde düzenliyordum

4.1.8. Uygulayıcı öğretmen görüşleri

Çalışma ekibi toplantı kayıtlarının analizi sonucunda ulaşılan son tema Uygulayıcı Öğretmen Görüşleri olmuştur. Bu temaya ilişkin öğretmen memnuniyeti ve uygulanabilirlik olmak üzere iki alt temaya ulaşılmıştır. Bu alt temalara ve kategorilere Tablo 4.9’da yer verilmektedir.

Tablo 4.9.

Uygulayıcı Öğretmen Görüşleri Temasına Ait Alt Temalar ve Kategoriler

Alt Tema	Kategori
Öğretmen memnuniyeti	• Programın danışılarak hazırlanması • Üstenci bakmama • Önyargıyı kırma • Anlaşılma/ empati • Özverili yaklaşma
Uygulanabilirlik	• Ders süresi • Etkinlik/ materyal • Yaş düzeyine uygunluk • Konu-kazanım eşleşmesi • Planlarda yönergelerin açıklığı

4.2.8.1. Öğretmen memnuniyeti

Yapılan toplantılarda öğretmen memnuniyetine ilişkin ulaşılan ilk bulgu *programın danışılarak hazırlanması* olmuştur. Örneğin 2. hazırlık toplantısında uygulayıcı öğretmenin buna yönelik yapmış olduğu açıklamanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Buket Hoca: Üniversiteden geliyorlar, çok böyle üst tepeden şeyler koyuyorlar önümüze ben diyorum bunu nasıl vereceğim ben çocuğa. Hani bu anlamda istişare yapmanız çok hoşuma gitti. Hatta Gözde Hocama da bunu dürüstçe söyledim yani kitabı olmuyor bazı şeyler, öğretmenlere danışılması gerekiyor. Burada öyle olması ikna etti beni açıkçası

Yapılan toplantılarda öğretmenin memnuniyetine ilişkin ulaşılan bir diğer bulgu ise *üstenci bakmama, önyargıyı kırma ve anlaşılma/ empati hissetme* olmuştur. Buna yönelik 2. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları ise şu şekildedir:

Buket Hoca: STEM’le ilgili çalıştık biz bir hoca ile hizmet içi eğitim aldık ama çok kısa sürdü çünkü çok bizim bağdaşmıyor çalışma sistemimiz. Hani bunu şey yapan ukalalık olarak algılamamalılar ya da biz onları. Hani Gözde Hocama da çok tepkili yaklaştım ben 2 haftadır falan bana söyleniyordu. Çünkü bizi, sınıf öğretmenlerini şey gibi görmelerinden hoşlanmıyorum, işi yaptırırız onlar uygular. Hayır yani ben ne öğrencimi feda ederim ne de kendimi feda ederim. Ama Gözde Hocamın tavrı çok güzeldi. Dün yüzüne de söyledim, babası sınıf öğretmeniymiş zaten. Hani biz artık okulun kapısına akademisyen sokmamaya karar verdik. O derece şey olduk Gözde Hocama da dedik ama bu hani çalışma kitlesinde çok daha iyi gördüm herkes daha pozitif ve herkes birbirini anlayabilecek empati kurabilecek düzeyde. Hani o yüzden güzel olmuş Gözde Hocam

Araştırmacı: Çok teşekkür ederim hocam çok mutlu oldum yani hani bu düşüncelere sahip olmanız benim de içimi rahatlatıyor ki siz de ayrıca pozitif bir enerji veriyorsunuz bize. Şeyma Hocam da keza öyle biz de çok şanslıyız o yüzden

Son olarak öğretmen memnuniyetine yönelik ulaşılan bir diğer bulgu tasarım sürecine ilişkin *özverili yaklaşma* olmuştur. Buna dair 2. hazırlık toplantısında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur

Araştırmacı: Bir şeyler ortaya koymaya çalışıyoruz ama hani önemli olan temel ayaklardan bir tanesi uygulayıcı öğretmen başta. Dolayısıyla asıl öğretmenin durumunu, ihtiyacını anlamak önemli

Buket Hoca: Bizim için de insanlık çok önemli ben sadece insanlık bekliyorum. Yoksa her şey çocuklar için yapılır

Araştırmacı: Evet haklısınız hani temel amacımız zaten aslında o çocukların iyiliği olmalı süreç içerisinde. Bunun bilincinde olursak zaten o yönlü çalışırız.

Buket Hoca: Evet yani menfaat çocuğa olsun çocuğa gerçekten bir şey öğretilim. -mış gibi yapmayalım çünkü zaman kaybetmeye gerçekten çocukların da öğretmenlerin de hiç vakti yok ama kaliteli bir şeyler çıkaracaksak elimi değil taşın, kayanın altına sokarım ben. Yeter ki kaliteli bir şeyler yapalım. Ben inanıyorum güzel şeyler çıkaracağız inşallah

4.2.8.2. Uygulanabilirlik

Yapılan toplantılarda uygulanabilirlik alt temasına ilişkin uygulama okulundan gelen Şeyma Öğretmenin *ders süresi, etkinlik/ materyal ve yaş düzeyine uygunluk* noktasında yaptığı genel değerlendirme 10. hazırlık toplantısına şu sözlerle yansımıştır:

Şeyma Hoca: Ders programlarını planlarını göndermişsiniz zaten ben onların hepsini tek tek tekrar baktım. Zaten bu paylaştığınız planı da defalarca inceledik. Orada uygulanamayacak herhangi bir şey ben şahsen görmedim diğerleri de Besinlerimiz/ canlılar ve yaşama 40+40 yazmışsınız, gayet uygundu. Sonra yapı fonksiyon ilişkisi olan plan da gayet iyiydi. Biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanımda kart eşleşme oyunu gayet güzel olmuş. O da çok güzeldi ev ödevleri de gayet güzel bence. Sonraki 3 plan kuvvetin etkileriydi, öyle yazmışım. Birine 40+40+40 konuşmuştuk zaten onu da geçenki toplantılarda. Yani hani şöyle diyeyim şu anda kâğıt üzerinde baktığımızda planlar gayet uygulanabilir, hepsi uygulanabilir ve güzel hazırlanmış planlar. Hepsini de tek okudum, tekrar gözden geçirdim olmuş mu diye. Yani gayet uygulanabilir gözüküyor dediğim gibi. Sadece işte süreler konusunda bir sıkıntımız vardı onları da düzelttik. Bazı yerlerde kavram karışıklıkları vardı onları da düzelttik zaten. Düzeltmişsiniz yani yeni gelen planlarda öyle. Hazırladığınız kartlar da gayet güzel içinde çocuklara ters herhangi bir şey görmedim ben. O yüzden yani ben beğendim güzel hazırlamışsınız elinize sağlık. Gayet rahat kullanılabilir yani dikkat çekme kısımları güzel. Çocukları meraklandıracak planlar. En önemlisi o zaten öğrenmek için merak, merak etmelerini sağlayacak şekilde kartlar da güzel hazırlanmış. İçindeki bilgiler de meraklarını uyandıracak nitelikte. Dediğim gibi bir problem olursa ufak düzenlemelerle devam edilir diye düşünüyorum ben

Aynı toplantıda uygulayıcı öğretmen ise *konu-kazanım eşleşmesi ve planlarda yönergelerin açıklığına* değinerek programın uygulanabilirliğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Hoca: Zaten biz inceledikten sonra Şeyma Hocamla bir konuşmuştuk. Genel olarak aynı kanıdayız. Baktığım zaman çok rahat bir şekilde uygulayacağım planlar, süreler de gayet iyi görünüyor. Konu-kazanım eşleşmeleri de çok iyiydi. Yani destek vereceğim kısım benim revize kısmında olur diye düşünüyorum. Yönergeler zaten açık yani biz de mesela bir plana baktığımız zaman hani nasıl uygulayacağımızı gördükten sonra dediğim gibi ekstra doğaçlama şeyler, durumlar çıkarsa mutlaka ekleriz ama şu anki haliyle bile gayet böyle uyguladığımız zaman çocukların da keyif alacağı şeyler var Gözde Hocam gerçekten çok iyi planlar. Hani ben de daha önceden plan yazdım hani o yüzden biliyorum. Sizinki çok çok iyi çok güzel görüyorum.

4.2. Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanması ve Geliştirilmesi Sürecine İlişkin Bulgular

Biyomimikriye dayalı ilkokul fen öğretim programına yönelik tasarlanan 1. dönem ders planları ve uygulama aşaması adımları 2022-2023 Eğitim-Öğretim Yılı'nın Güz Döneminde uygulanmış, her dersin ardından uygulayıcı öğretmen ve belirlenen öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. 2022-2023 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Döneminde tasarlanan programın uygulanma sürecine dair bilgiler Tablo 4.10'da yer almaktadır.

Tablo 4.10.

1. Dönem Fen Bilimleri Konuları ile İlişkilendirilen Biyomimikri Ders Planları ve Uygulama Aşamaları

1. DÖNEM				
1. Dönem Uygulama Haftası	Uygulama Tarihi	Uygulanan Ders Planları ve Biyomimikri Adımları	İlişkilendirilen Ünite ve Konular	Uygulama Süresi
6. Hafta	20.10.2022 Perşembe	1. Ders Doğayı Gözlemleme ve Takdir Etme	Besinlerimiz / Besinlerin Tazeliği ve Doğallığı	40'+40'
7. Hafta	28.10.2022 Cuma	2. Ders Yapı-Fonksiyon İlişkisi Kurma	Konudan Bağımsız	40'+40'
8. Hafta	03.11.2022 Perşembe	3. Ders Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma	Konudan Bağımsız	40'+40'+40'
9. Hafta	10.11.2022 Perşembe	4. Ders Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma (Beyin Fırtınası)	Kuvvetin Etkileri / Kuvvetin Hızlandırıcı Etkisi	40'+40'
11. Hafta	25.11.2022 Cuma	5. Ders Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma (Analoji)	Kuvvetin Etkileri / Kuvvetin Yavaşlatıcı Etkisi	40'+40'+40'
13. Hafta	09.12.2022 Cuma	6. Ders Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma (Sinektik)	Kuvvetin Etkileri / Mıknatısın Günlük Yaşamda Kullanım Alanları	40'+40'
14. Hafta	16.12.2022 Cuma 19.12.2022 Pazartesi	7. Ders Ölçütlere Göre Yapılan İcatları Değerlendirme	Maddenin Özellikleri / Suda Yüzen ve Batan Maddeler	40'+40'+40'+40'

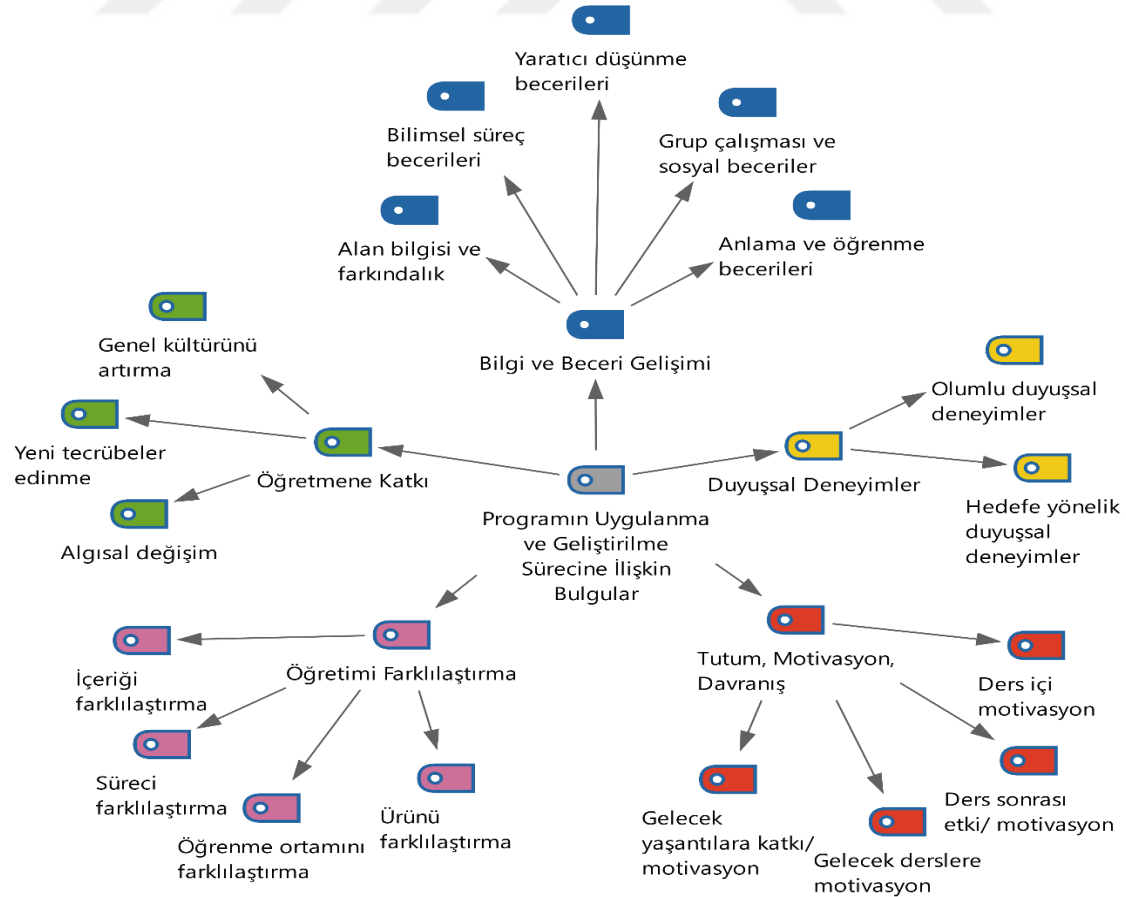
[Tablo 4.10. (Devam) 1. Dönem Fen Bilimleri Konuları ile İlişkilendirilen Biyomimikri Ders Planları ve Uygulama Aşamaları Adımları]

		Biyomimikri Uygulama Aşamaları	
15. Hafta	23.12.2022 Cuma	1. Uygulama Haftası (Gözlem, keşfetme, Resmetme, beyin fırtınası)	40'+40'
16. Hafta	30.12.2022 Cuma	2. Uygulama Haftası (Taklit Etme)	40'+40'
17. Hafta	06.01.2023 Cuma	3. Uygulama Haftası (Taklit Etme)	40'+40'
18. Hafta	13.01.2023 Cuma	4. Uygulama Haftası (Sunma-Paylaşma)	40'+40'
19. Hafta	17.01.2023 Salı	5. Uygulama Haftası (Sunma-Paylaşma)	40'+40'

Biyomimikriye dayalı ilkököl fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesine yönelik sınıf içi video kayıtları, öğrenci ve öğretmen görüşmeleri, öğrenci günlükleri ve öğrenci ürünleri analiz edildiğinde 5 tema ve 18 alt temaya ulaşılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen tema ve alt temalar Şekil 4.1'e gösterilmektedir.

Şekil 4.1.

İlköğül Öğrencilerine Yönelik Biyomimikriye Dayalı Fen Öğretim Programı Uygulamaları



Şekil 4.1'e göre uygulama süreci boyunca öğrencilerin ve sınıf öğretmeninin i) Bilgi ve Beceri Gelişimi, ii) Duyuşsal Deneyimler, iii) Tutum-Motivasyon-Davranış, iv) Öğretimi Farklılaştırma ve v) Öğretmene Katkı temaları altında toplanan konulara yönelik görüş bildirdikleri belirlenmiş; bu görüşler yapılan sınıf içi gözlemler, öğrenci ve araştırmacı günlükleri ve öğrenci ürünleri yoluyla elde edilen verilerle de benzerlik göstermiştir. Bu temalardan ilki bilgi ve beceri gelişimi temasıdır.

4.2.1. Bilgi ve beceri gelişimi

Uygulama süreci verilerinin analizi sonucunda geliştirilen programın öğrencilerde alan bilgisi ve farkındalık, bilimsel süreç becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, grup çalışması ve sosyal beceriler ve anlama ve öğrenme becerilerine katkı sağladığı görülmüştür. Öğrencilerde görülen bilgi ve beceri gelişimine dair bu bulgular Tablo 4.11'de yer almaktadır.

Tablo 4.11.

Öğrencilerde Bilgi ve Beceri Gelişimine İlişkin Bulgular

Alt Tema	Kategori
Alan Bilgisi ve Farkındalık	- Yeni canlılar ve özelliklerini öğrenme - Yapı-fonksiyon ilişkisi kurma - Biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma - Fen konularını öğrenme/ tekrar/ pekiştirme - Çevre ve doğa farkındalığı kazanma
Bilimsel Süreç Becerileri	- Canlıları gözlemleme, inceleme - Temel bilimsel süreç becerilerini geliştirme
Yaratıcı Düşünme Becerileri	- Canlıları tasarım fikri olarak görme - Yaratıcı düşünme pratiği edinme - Ürün tasarlama/ geliştirme - Yaratıcı düşünmeyi teşvik etme
Grup Çalışması ve Sosyal Beceriler	- Grup çalışması ve iş birliği - Arkadaşlık ilişkileri ve sosyalleşme - Akran öğretimi - Kendini ifade etme ve iletişim
Anlama ve Öğrenme Becerileri	- Yeni ve farklı bilgiler öğrenme - Daha hızlı ve kolay öğrenme - Anlama ve akılda kalıcılık - Fen başarısını destekleme - Disiplinler arası öğrenmeye katkı

4.2.1.1. Alan bilgisi ve farkındalık

Öğrencilerde bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen bulgulardan ilki alan bilgisi ve farkındalık olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulama sürecinde öğrencilerin yeni canlılar ve özelliklerini öğrenebildikleri, yapı-fonksiyon ilişkisi kurabildikleri,

biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini öğrenebildikleri, fen konularını öğrenme, tekrar ve pekiştirme imkânı bulabildikleri, çevre ve doğa farkındalığı kazanabildikleri belirlenmiştir.

4.2.1.1.1. Yeni canlılar ve özelliklerini öğrenme

Geliştirilen programın temel hedeflerinden birisi öğrencilerin mümkün olduğunca çok canlı ile karşılaşabilmeleri ve bu canlıların özelliklerini öğrenebilmeleri olmuştur. Yapılan uygulama süreci boyunca öğrencilerin bildikleri canlılara ilişkin yeni özellikler keşfedebildikleri ve bilmedikleri çok sayıda canlı ve özelliklerini öğrenebildikleri görülmüştür. Örneğin 1. derste öğrencilerin kendilerine dağıtılan bilgi kartlarını inceleyerek hayvanların besinlerini koruma ve saklama yöntemlerine ilişkin yapmış oldukları grup tartışmaları ve sınıfta geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Eray: Öğretmenim sincaplar kurutma yöntemini biliyorlarmış, kışın kuruttukları şeylerle besleniyorlarmış

Caner: Öğretmenim köstebekler kendi ağırlıkları kadar solucan yiyebiliyorlarmış

Pars: Öğretmenim toprağın altında odaları varmış, 470 tane solucan saklayabiliyorlarmış

Öğretmen: Vay be

Aysu: Öğretmenim hasatçı karıncalar tohumları çiğneyerek karınca ekmeği yapıyorlarmış...

Öğretmen: ... Peki kartları incelediyseniz, bal karıncalarıyla başlayalım. Bal karıncalarının besinlerini nasıl koruduğunu bize Özgür söyleyin.

Özgür: Öğretmenim yediği balları karnında topluyorlar.

Aysu: Balları karınlarında depoluyorlar

Öğretmen: Duygu?

Duygu: Balları karınlarında depolayıp böyle yere değince canları acıyor diye tavana asıyorlar kendilerini.

Öğretmen: Peki bunları hepsi mi yapıyor?

Meriç: Hayır, öğretmenim gönüllü olanlar...

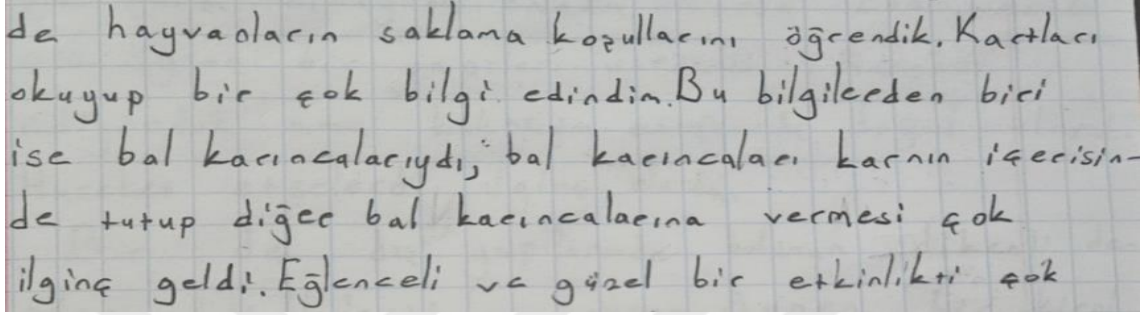
Öğretmen: ... Evet fazladan besini vücutlarına alan karıncalar ağırlıklarının neredeyse dokuz katı kadarını karınlarında taşıyabiliyorlarmış ve vücutlarına depoladıkları bal ile diğer karıncaları besliyorlarmış.

Aynı derse dair yapılan görüşmelerde öğrencilerden Özgür “Bal karıncaları diye bir şey olduğunu bilmiyordum, köstebeklerin yuvalarında solucan bulundurduklarını bilmiyordum, ağaçkakanların açtıkları deliklere fındık, fıstık sıkıştırmaıklarını bilmiyordum, bunları bilmek mesela derse renk kattı.” diyerek bilmediği canlılar ve özelliklerini öğrendiğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Murat da “Önceden bilmediğim şeyler öğrendim, mesela ben hasatçı karıncaların ekmek yaptığını bilmiyordum, bal

karıncalarının balı karnında taşıdıklarını bilmiyordum, sincapların bir şeyleri kuruttuklarını bilmiyordum.” diyerek ilk derse ilişkin bilmediği canlılar ve özelliklerini öğrendiğini dile getirmiştir. Elif ise derste gördüğü canlılardan ilgisini çeken bal karıncalarını Görsel 4.1’de yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir.

Görsel 4.1.

Yeni Canlılar ve Özelliklerini Öğrenme-Elif’in Günlüğü

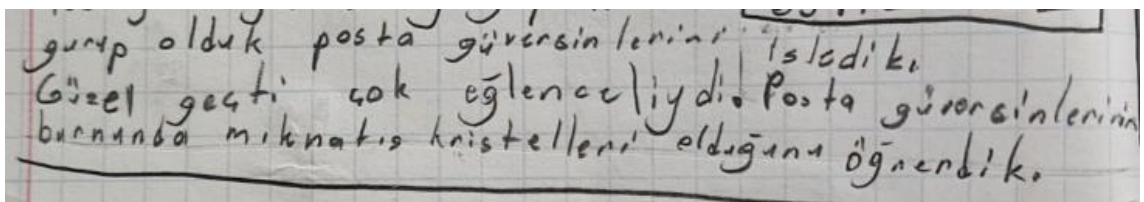


de hayvanların saklama kovalarını öğrendik. Kartları okuyup bir çok bilgi edindim. Bu bilgilerden biri ise bal karıncalarıydı, bal karıncaları karnın içersinde tutup diğer bal karıncalarına vermesi çok ilginç geldi. Eğlenceli ve güzel bir etkinlikti çok

Yeni canlılar ve özelliklerini öğrenmeye ilişkin benzer durum diğer derslerde de devam etmiştir. Örneğin 2. dersten sonra yapılan görüşmelerde Batuhan “Canlıların bayağı bilmediğim özelliklerini öğrendim. Başka hayvanlar öğrendim. Mesela boynuzlu kertenkeleyi bilmiyordum, kan fışkırttığını da bilmiyordum. Mesela balon balığına hiç kimse kendini şişiren bir şey ol diye öğretmedi ama düşünmeden bunu yapabiliyorlar. Biz düşünüyoruz onlar içgüdüsel hareket ediyorlarmış bunu da öğrendim.” açıklamasını yapmıştır. Aysu ise 4. dersten sonra öğrendiği canlılara ilişkin “Bu derste tek şeyi biliyordum ördeği, o kâğıtta öğrendim pelikanı, kunduzu, ornitorenki falan. Bazen karşıma çıkıyor mesela çok güzel, yani düşünüyorum, araştırıyorum, daha iyi oluyor.” açıklamasını yapmıştır. Afra ise 5. dersten sonra “Uçan sincapların süzülmesini bilmiyordum mesela. Uçan sincapların ne olduğunu böyle türlerinin olduğunu bile bilmiyordum. Geçenki derslerde de kutup ayılarının derilerinin aslında siyah olduğunu bilmiyordum.” diyerek önceki derslerde öğrendiklerine de atıf yapmıştır. Mıknatıslar konusunun işlendiği 6. dersten sonra ise Ebru posta güvercinleri ile ilgili öğrendiklerini Görsel 4.2’de yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir.

Görsel 4.2.

Yeni Canlılar ve Özelliklerini Öğrenme-Ebru’nun Günlüğü



grup olduk posta güvercinlerini işledik. Güzel geçti çok eğlenceliydi. Posta güvercinlerinin burnunda mıknatıs kristelleri olduğunu öğrendik.

Biyomimikriye dair işlenen son dersin ardından Elif ise derste öğrendiği canlı ve özelliklerini “*Notilus diye bir canlıyı bilmiyordum mesela adının n'sini bile bilmiyordum. Şimdi onun nasıl böyle yüzdüğünü, özelliklerini, nerede yaşadığını öğrendim. Böyle odacıkları vardı, su doldurup aşağı iniyordu, hava dolunca yukarı çıkıyordu.*” şeklinde açıklamıştır. Sınıf öğretmeni de yapılan derslerden sonra öğrencilerin yeni canlılar öğrendiklerini, bu canlıları çizimlerine yansıttıklarını ve biyomimikri dersinin onlara yeni canlıları öğrenme fırsatı sunduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Tabii ki yani en başından beri düşünüyorum hâlâ da aynı düşüncedeyim. Envai çeşit canlı tanıdılar, envai çeşit canlının özelliğini tanıdılar. Tabi ki doğaya olan ilgileri somut bir şekilde arttı. Doğada yer almasalar bile hani hepsi bilgi olarak birçok şeyin farkında artık. Çocukların çizimlerinde resim derslerinde daha fazla artık canlı çizmeye başladıklarını görüyorum. Özellikle son zamanlarda yeni öğrendikleri canlıları çok fazla çizmeye başladılar. Merak uyandı, doğaya çok uzak yeni nesil çocuklar. Ama belgesel izlemeyi çok seviyorlar. Mesela farklı canlılar görmeyi biz bizzat ayaklarına sunuyoruz hem de değişik özelliklerini aktararak.

4.2.1.1.2. Yapı-fonksiyon ilişkisi kurma

Yapılan derslerde hedeflenen bir diğer beceri öğrencilerin yapı-fonksiyon ilişkisi kurabilmeleri olmuştur. Derslerden sonra öğrencilerin canlılardaki yapılar ve fonksiyonları arasında ilişki kurabildikleri, benzer bir ilişkinin canlılardan icat edilen tasarımlarda da olduğunu fark edebildikleri ve kendi tasarımlarında da bu yapı-fonksiyon ilişkisini yansıtabildikleri gözlemlenmiştir. Örneğin öğrencilerin yapı-fonksiyon ilişkisi kurmalarının amaçlandığı 2. dersten sonra kendilerine ödev olarak verilen çalışma kâğıdını doldurarak geldikleri 3. derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Size bir araştırma ödevi vermiştim onları karşınıza çıkardınız mı?

Öğrenciler: Evet

Öğretmen: Yusufçukla ilgili kanatlarında binden fazla bölme olduğunu söylemiştik. Peki bu kanatlarındaki bölmeler fonksiyon olarak ne işe yarıyor sizce? Bu bölmelerin ne işe yaradığını tahmin edin. Emre?

Emre: Öğretmenim dayanıklılık sağlıyor. Çok hızlı uçmalarına rağmen yırtılmıyorlar. Çünkü kanatları çok ince.

Öğretmen: Evet çok güzel. Kanatları çok ince ama onlara dayanıklılık kazandıran işte kanatlarındaki bu bölmeler. Peki burada da farklı bir fonksiyondan bahsetmiş. Havada asılı kalabilmesini ileriye, geriye, baş aşağı hareket edebilmesini sağlayan yapısı ne olabilir sizce?

Elif: 4 adet kanatların olması ve bunların birbirinden bağımsız olması.

Duygu: Ben de öyle yazdım.

Öğretmen: Evet, bakın 4 adet kanadı var ve birbirinden bağımsız hareket ediyor.

Emre: Ooo

Öğretmen: Peki bölmeler demiştik çok şeffaf ve çok hafif bir yapısı var ve rüzgârın etkisiyle yırtılmaması için bölmelerinin olduğunu söylemişti arkadaşımız. Peki bilim adamları buradan esinlenmiş ve mutlaka bir icat çıkarmışlar. Ne çıkarmışlar biliyor musunuz?

Murat: Ne?

Öğretmen: Münih olimpiyat stadyumunun çatısı. Münih nerede? Almanya'da. Almanya'nın Münih kentinde bir olimpiyat stadyumu yapmışlar.

Emre: Böylece hem hafif hem dayanıklı

Zehra: Öğretmenim ışığı geçiriyor

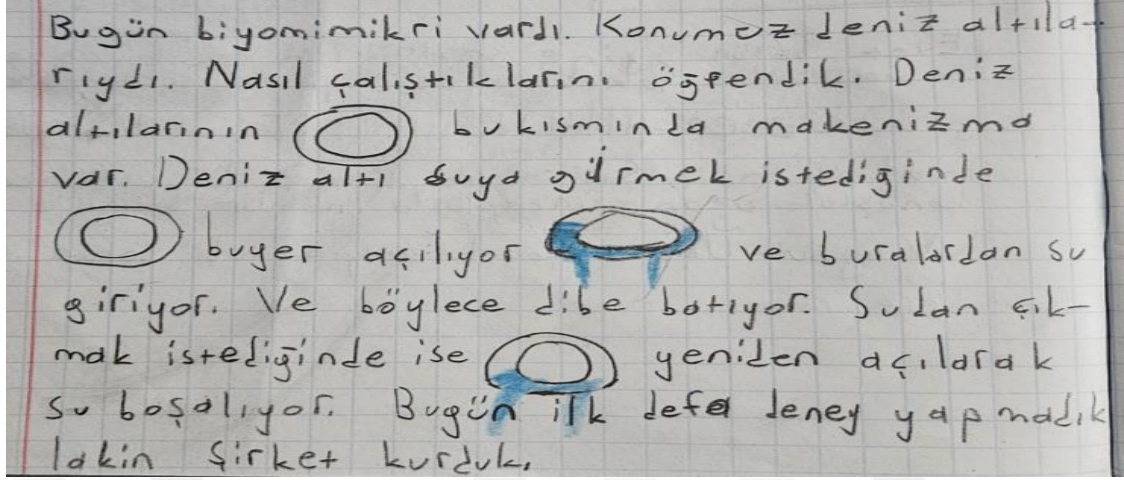
Öğretmen: Evet işte bu, hem ışığı geçiriyor hem dayanıklı değil mi? Güzel, kimden esinlenmişler bunu yaparken?

Öğrenciler: Yusufçuk

Derslerden sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerden Aysu canlılardaki yapılar ve fonksiyonları arasında kurduğu ilişkiyi *“Bir tane hayvan vardı böyle geko kertenkelesi, onu bilmiyordum mesela ayakları falan daha yeni öğrendim. Milyonlarca tüy varmış ayaklarında, öyle tutunuyormuş duvarlara.”* sözleriyle örneklemiştir Benzer şekilde Semih de derste kurduğu yapı-fonksiyon ilişkisini *“Zürafanın dilinin siyah olduğunu bilmiyordum mesela. Ağzlarında kalın deriler varmış dikenli bitkileri yerken canları acıyıyormuş o yüzden. Ben hiçbir şekilde bilmiyordum bunu, belgesellerde de hiç söylemiyorlardı. Dilinin de güneşten korunması için siyah olduğu bir gıdım aklımdan geçmezdi dersten önce.”* diyerek ifade etmiştir. 5. derste gördüğü canlı ve ilham alınan icat arasında kurduğu yapı fonksiyon ilişkisini anlatan Özgür ise *“Uçan sincapların elleriyle ayakları arasındaki derinin normalde kalın olduğunu falan düşünüyordum düştüğünde zarar görmesin diye ama inceymiş. Bu sayede havayı toplayıp süzülüyorlarmış. Kanatlı atlayış tulumları da şişerek o şekli alıyormuş. Rüzgâr geçirmez kumaş havayı böyle kanatlarının altında topluyor ve süzülüyor. Ben bunu bilmiyordum. Rüzgâr geçirmez kumaş orada havayı şey yapıyor aynı o sincap gibi.”* ifadesini kullanmıştır. Son derste notilustardan ilham alınarak geliştirilen denizaltılardaki safra tanklarını çizerek anlatan Afra ise öğrendiği yapı-fonksiyon ilişkisini Görsel 4.3'te yer alan günlüğüne şu şekilde yansıtmıştır:

Görsel 4.3.

Yapı-Fonksiyon İlişkisi Kurma-Afra'nın Günlüğü



Yapı-fonksiyon ilişkisi kurmaya dair öğrencilerin vermiş oldukları örneklerin yanı sıra sınıf öğretmeni de öğrencilerde gözlemlediği gelişimi yapılan görüşmelerde şu şekilde aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Daha inceleyerek yani düşünerek bakıyorlar canlılara. Zaten 2. derste bir yapıyı verip bunun fonksiyonunun ne olacağını tahmin ettirme onlarda bir farkındalık oluşturdu. Hani hep altında bir şey aradılar mesela o dersten sonra. “Bu canlının bu yapısı var? Hmm demek ki bundan ötürü bir şey daha vardır, bu işe de yarayabilir” diye biraz daha farklı bir bakış açısıyla baktılar o hayvanlara. Mesela işte perde ayaklı olduğunu canlıların ya da işte diğer yapısal özelliklerini falan kendileri çok çabuk buldular o derste, çok hızlı cevap verebildiler. Uçan sincaplar ve atlayış tulumları mesela hani ilk başta paraşüt gibi direkt tahmin ettiğimiz cevaplar geldi ama o yapıdaki mantığı anlayarak tahminlerini söylüyorlar hep, o doğrultuda geldi. Bu da işte doğru yolda olduğumuzu gösteriyor zaten.

4.2.1.1.3. Biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma

Yapılan derslerde hedeflenen bir diğer beceri öğrencilerin biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıyabilmeleri olmuştur. Derslerden sonra öğrencilerin biyomimikrinin ne olduğunu öğrenebildikleri, canlılar ile icatlar arasında ilişki kurabildikleri ve doğanın prensiplerini anlayarak grup çalışmalarında kullanabildikleri gözlenmiştir. Örneğin temel amacı biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma olan 3. derste biyomimikriyi tanıtmak üzere “Cırt cırt bantların icadı” isimli çizgi film izletildikten sonra derste geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Melike: Öğretmenim şey o kanca gibi olduğu belli oluyor.

Öğretmen: Evet o kanca gibi olduğu belli oluyor. Kendi cırt cırt bantlarımızda da zaten bu fonksiyon kullanılıyor. Evet ve bundan bilim adamları ilham almışlar ve çeşitli icatlar

yapmışlar. İşte aslında bu olaya ne deniyor biliyor musunuz? Kalem alayım. Biyos kelimesi yaşam demektir çocuklar eski Yunancada. Ve mimesis kavramı taklit demektir çocuklar.

Sedef: Yani yaşamın taklidi

Elif: Yaşamı taklit

Aslı: Doğayı taklit

Öğretmen: Evet adını ne koymuşlar?

Emre: Biyomimikri, yaşamı taklit etme, doğayı taklit

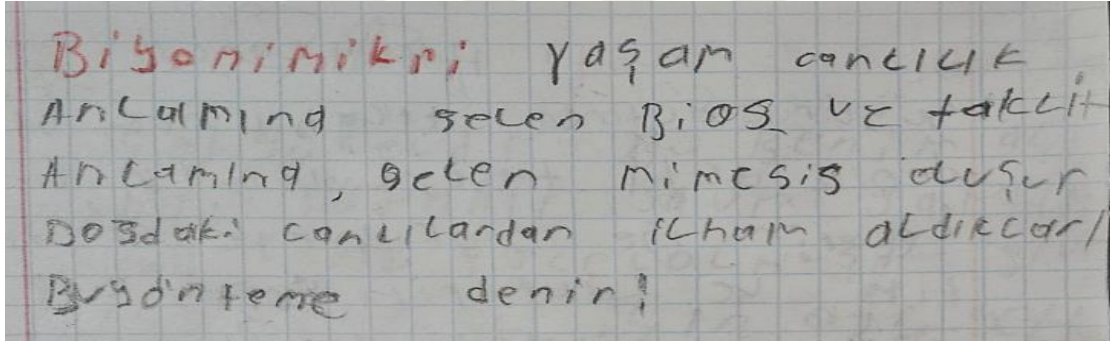
Sedef: Doğayı taklit etme

Öğretmen: Evet evet harikasınız. Biyomimikri kavramı da demek ki yaşamı taklit etmek, doğayı taklit etmek. Pıtrak otundan belli değil mi? Yaşamın taklit edildiği bir örnekti bu da.

Yapılan dersten sonra öğrencilerden Aysu öğrendiği biyomimikri kavramını Görsel 4.4'te yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.4.

Biyomimikriyi ve Doğanın Prensiplerini Tanıma-Aysu'nun Günlüğü



Elif ise derste öğrendiği biyomimikri kavramına dair bilgiyi “Hayvanların insanları taklit etmediği, insanların hayvanları taklit ettiğini yani biyomimikri dalını daha yakından tanımış oldum. Mesela cırt cırt bantı George de Mestral pıtrak otundan bulmuş, yani o bitkiyi taklit etmiş” sözleriyle açıklamıştır. Duygu ise bu derste öğrendiği biyomimikri örneklerini canlılar ve icatlar arasında ilişki kurarak şu şekilde aktarmıştır:

Duygu: Morfo kelebekten boyasız kumaş yapmışlar işte bu bana öyle bir şey kazandırdı ki çok güzel hissettim kendimi. Sonra ağaçkakanlardan kask yapılmıştı. Şurasında bir sünger gibi bir yapı olduğu için kafası acımıyordu bu yüzden de kask yapılmıştı. Ayçiçeklerinden akıllı güneş panelleri icat edilmişti. Yarasa, yarasa göremiyordu ama çok iyi duyduğu için radarlar da yarasalardan icat edilmişti, ses dalgalarıyla yön buluyordu. Mesela geko kertenkelesi vardı, bir tane böyle ondan bant yapılmıştı, onu yapıştırdığımızda iz kalmıyordu, onu çıkarttığımızda da hiçbir şey olmuyordu. Onun zeminlerindeki ince tüy gibi şeyler sayesindeydi. Yusufçuğun da kanatları böyle döndüğü için istediği yere de konabiliyordu. Ondandır da helikopter yapılmıştı. Bir de kanatlarında binden fazla bölme vardı. Ondandır da bir tane stadyumun çatısı yapılmıştı Almanya’da

Batuhan ve Murat da 4. derste öğrendikleri biyomimikri örneklerini açıklarken araştırmacı ile aralarında geçen konuşma şu şekilde olmuştur:

Batuhan: Kuğuda görmüştük, perde ayaklarıyla yavaşlıyorlardı. Böyle pat pat pat ses çıkıyordu. Onlardan da deniz uçağı yapılmıştı hatta.

Araştırmacı: Evet peki hızlandırıcı etkisinde ne gibi icatlar yapılmıştı hatırlıyor musunuz?

Murat: Yüzme eldiveni

Batuhan: Yüzme eldiveni yapmışlardı.

Semih ise 5. derste öğrendiği biyomimikri örneğini açıklarken *“Mesela uçan sincaptan kanatlı atlayış tulumu yapılmış ben bunu hiç bilmiyordum sizin sayenizde öğrendim. Böyle yükseklerden atlıyorsun, süzülüyorsun aynı uçan sincaplar gibi.”* ifadesini kullanmıştır. Özgür de 7. derste öğrendiği biyomimikri örneğine ilişkin; *“Notilusu hiç görmemiştim hiç, bilmiyordum, içine su dolduğunu bilmiyordum, sonra içinden su boşalıp yukarı çıktığını bilmiyordum. Ondan denizaltı yapmışlardı. İlkini hatta tahtalarla yapmışlardı, küreklerle çalışıyordu. Sonra başka yapmışlardı, o pedallarla gidiyordu. Altında iki tane göz vardı, o da tek kişilik olduğu için onu da beğenmemişler daha çok geliştirmişler bu uzun olan çıkmış”* açıklamasını yapmıştır.

Biyomimikriyi tanıma ve canlılar ile icatlar arasında ilişki kurmaya dair öğrencilerin vermiş oldukları örneklerin yanı sıra sınıf öğretmeni de öğrencilerde gözlemlediği gelişimi yapılan görüşmelerde şu şekilde aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Her ders sonrasında biraz daha fazla bilgi edindikleri için gitgide daha iyi anladılar. Yani mesela bir ayakkabı cırt cırtların icadından tutun da işte o diğer kaskın ya da bantların icadı ya da işte o doğadaki işte diğer canlıları incelerken aslında bunların hep sonucunda bir ürün oluşturulmuş ve bu ürünlerin de doğadan ilham alınarak bir tasarıma döküldüğünü artık çocuklar anlayabiliyorlar. Dediğim gibi bazı tasarımlara baktığında acaba bunu hangi canlıya bakarak yaptılar diye bakarak bir süzgeçten geçiriyorlar. Yani bir denizaltına bakarak hani hemen şey diyorlar “aaa balınaya da benziyor” aslında. Demek ki dış görüntüsünde bir balınadan da yararlanmış olabilirler ya da işte oradaki kuyruktaki o hareketi görünce diyorlar ki “aaa evet bunu şu balığa göre yani düşündüler herhalde.” Kendileri bir tahmin etmeye çalışıyorlar hani artık hep bir esinlenme hep bir şeyden ilham alma yani bu başladı onlarda bence benim gözlemlediğim. Bir cismi gördüklerinde artık bu acaba doğadaki hangi şeye benzetilerek icat edildi gibi bir düşünce başladı. Yani öyle bir hani farklı bir düşünme yöntemi gelişti onlarda. Bakarken de mesela bizim hiç göremediğimiz şifreleri görüp cümle kurabiliyorlar bununla ilgili

Öğrencilerin biyomimikriye dair öğrendikleri bilgilere ilişkin ifadeleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Özgür programda yaşadığı

biyomimikri deneyimini “*Mesela ben biyomimikriye başlamadan önce nasıl bir ders olduğunu bilmiyordum. Bunu da söylemişim zaten önce tekrar tekrarlıyorum. Mesela hiç biyomimikri mi, ne, b'sini bilmiyordum dersin adını bile bilmiyordum o kadar. Şimdi biyomimikriyle icat bile yapıyoruz yani nerden nereye.*” sözleriyle dile getirmiştir.

Afra da yaşadığı benzer süreci şu sözlerle açıklamıştır:

Afra: Diğer haftalar da çok güzel geçti tasarım yapmadan önceki haftalar bize bir şeyler öğrettiniz, bize bir şeyler kazandırdınız ve biz o bilgilerden yola çıkarak bunları yaptık. Normalde o bilgiler olmadan biz bunların hiçbirini yapamazdık. Hani bazı bilim insanlarının yapışı da çok güzeldi. Mesela oyun oynadık ama aslında bir aşama oldu. Mesela petekten ne yapılmış olabilir dedik, teleskop olabilir dedik. Sonra kedilerin gözlerinden polislerin o fosforlu yelekleri geldi. Yani bunlar aslında oyun oynamak ya da eğlenceli şeyler, bilgi kazanmak bizim için çok hoş bir şey oldu. Onları öğrenmesek biz bunların hiçbirini sergileyemezdik. Öğrendik ki bir şeyler sergiledik.

İşlenen derslerde kazandırılması hedeflenen bir diğer beceri doğanın prensiplerini tanıma olmuştur. Bu prensipler tanıtılırken öğrencilerin derste verdikleri cevaplarla doğadaki canlıların kullandığı prensipleri kavrayabildikleri görülmüştür. Buna yönelik 3. derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Evet yine bir canlı örneği var bununla ilgili yani canlıların ihtiyaçları kadar enerji harcamaları ile ilgili. Şimdi imparator penguenler... Nerede yaşıyordu penguenler?

Öğrenciler: Kutuplarda

Öğretmen: Kutuplarda yaşıyorlar. İmparator penguenler de vücut sıcaklıklarını koruyabilmek için çocuklar böyle iç içe sıkışık sıkışık duruyorlar hep böyle iç içe geçiyorlar değil mi?

Öğrenciler: Evet

Öğretmen: Sizce bunun sebebi nedir?

Sıla: Sıcaklıklarını koruma

Afra: Enerji harcamama

Eda: Ekstra enerji harcamama

Öğretmen: Ekstra enerji harcamadan vücut sıcaklıklarını korumaktı. Böylece onlar da bir arada yaşayarak ekstra enerji harcamıyorlar.

Öğrencilerden Elif bir önceki derste öğrendiği bu bilgiyi 4. derse şu şekilde transfer etmiştir:

Elif: Öğretmenim şey aslında hayvanlar için verdiğiniz o kâğıtta okumuştuk ya hayvanlar için enerji çok önemli. Burada da daha fazla enerji tüketmek yerine daha az enerji tüketmelerini sağlıyor perde ayakları

Öğretmen: Aferin, daha az enerji tüketerek daha hızlı hareketler yapabiliyorlar. Doğanın böyle bir prensibi vardı, daha az enerji harcama

Öğrencilerin öğrendikleri doğa prensiplerini kullanabilmeleri amacıyla son derste yapılan şirket etkinliğinde ise grup tartışmalarını doğanın prensiplerine göre yürütebildikleri gözlemlenmiştir. Etkinlikte geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Mete: Tamam şey yapacağız biz bir denizaltı alacağız. Bu denizaltının özelliklerini inceleyeceğiz. “Geliştirilen ürünün özellikleri daha az enerji harcanmasına yardımcı olur. Evet, hayır, kısmen?” Bence evet

Semih: Bence de albatroslar süzülüyor denizaltılar da su doldurarak iniyor

Mete: Fazla enerji harcamıyorlar. Safra tanklarına su doluyor

Yaren: “Doğayı kirletmeyen enerji kaynakları kullanıyor”, evet öyle

Afra: Aynen sadece suyu ve havayı kullanıyor

Duygu: Ama motor diyor. Torpil odası o doğayı kirletiyor.

Cemre: Ama torpil odası savaş denizaltılarında silahların depolandığı bölüm diyor

Yaren: Kısmen değil mi? İkiye kısmen diyoruz ...

Dersten sonra yapılan görüşmelerde ise öğrencilerin kendilerine sunulan prensiplerden bazılarını şu şekilde dile getirdikleri görülmüştür. Örneğin Ebru “*Öğretmenim albatroslar uçarken çok az enerji harcıyorlardı, bir altı kere falan çırpıp direkt böyle süzlebiliyorlardı. Biz de denizaltılar su dolunca dibe iniyorlar ya o yüzden kısmen yapmıştık.*” diyerek doğada ihtiyaç duyulan kadar enerji kullanımı prensibine değinmiştir. Batuhan da 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde dronlarda daha az enerji kullanılabilmesi için aklına gelen bir fikri araştırmacıyla şu şekilde paylaşmıştır:

Batuhan: Aklıma şey geldi, planör değil ha drone, albatrosun enerji şeyinden yapacağız.

Araştırmacı: Tasarruf etmesi için mi?

Batuhan: Evet yoksa dronlar 2 günde bozuluyor. O pervaneleri şey yapacağım, sürekli dönüyorlar ya istediğinde genişleyebilir olacak. Pervaneler çok döndüğü zaman açılıp süzölmeye alacak, dinlenince kapanıp tekrar dönmeye başlayacak. Hem daha az enerji harcar albatros gibi

Duygu ise yenilenebilir ve doğayı kirletmeyen enerji kaynaklarının kullanımına yönelik edindiği deneyim ve farkındalığı şu sözlerle aktarmıştır:

Duygu: Bizim için tecrübe oluyor ileride de karşımıza çıkacak zaten. Çünkü artık eski zamanlar gibi değil daha çok böyle doğaya yöneliyorlar, canlılara yöneliyorlar. Mesela doğal enerjiler kullanma, öğretmenim ısınmak için bile enerjilerimiz yavaş yavaş tükeniyor artık zaten doğal enerjiye dönmemiz gerekiyor. Bunun için zaten hayvanlardan ilham alıyorlar.

Mesela biz şu an petrol kullanıyoruz, doğalgaz kullanıyoruz ama bunlar hep zararlı şeyler. Mesela fabrikalar artık oksijeni ele geçirmiş.

Murat ise tasarım haftasında aklına gelen fikri araştırmacıya açıklarken yenilenebilir enerji kaynağı kullanacağını *“Ben bu kaplumbağadan esinlenerek ilham alarak bir tane AVM yaptım. Hava soğuk olduğu zaman falan içinde evet içinde olacak, hava iyi olduğu zaman da dışarıda olacak ve AVM’nin elektriği de şeyden çalışacak güneş enerjisinden. Üstünde paneller var güneş enerjisini alan, yenilenebilir enerjiyle çalışacak.”* sözleriyle açıklamıştır.

4.2.1.1.4. Fen konularını öğrenme/ tekrar/ pekiştirme

Yapılan derslerde hedeflenen bir diğer beceri öğrencilerin fen konularını öğrenebilmeleri olmuştur. Öğrenciler bu dersle birlikte işlenen konuları daha iyi öğrenebildiklerini, tekrar ve pekiştirme imkânı bulabildiklerini ifade etmişlerdir. Örneğin fen konularının biyomimikriyle öğretimine yönelik besinlerin korunması ve saklanması konu alan 1. derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Peki sincapların besinlerini saklamak için kullandıkları yöntemi bir yerden hatırlıyor musunuz?

Öğrenciler: Öğretmenim kurutma yöntemi

Öğretmen: Kurutma yöntemi. Sizce insanlar besinlerinin çabuk bozulmaması için bu yöntemlerden yararlanıyorlar mı?

Öğrenciler: Evet

Öğretmen: Evet yararlanıyorlar, hangisiydi bu?

Öğrenciler: Kurutma

Öğretmen: Duyamadım

Öğrenciler: Kurutma

Öğretmen: Kurutma yöntemi, evet sonra kuruttuğumuz şeyi kış aylarında da tüketebiliyoruz...

Dersten sonra yapılan görüşmelerde Afra, yapılan etkinliklerle birlikte işlenen fen konusunu çaba sarf etmeden öğrenebildiğini *“Benim böyle feni daha çok öğrenmemi sağlıyor. Mesela ben normalde çok da ezberleyemiyorum ama biyomimikriyle mesela istemeden ezberliyorum. Yani yanlışlıkla ezberliyorum. Mesela saklama yöntemlerinden konserve, pastörize etme, kurutma, paketlemeyi falan ben biyomimikriyle öyle dersi dinlerken yanlışlıkla ezberleyebildim. O yüzden de benim daha çok ezberleme yöntemimi daha da geliştirdi”* sözleriyle dile getirmiştir. Elif ise yapılan biyomimikri dersi ile işlenen konuyu tekrar ederek daha iyi anladığını *“Hem işlediğimiz konunun tekrarı*

oluyor hem de işlediğimiz konuyu daha net anlamamızı sağladığını düşünüyorum. Çünkü bunu sadece bizim nasıl sakladığımızı değil hayvanlarınkini de öğreniyoruz.” diyerek ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de yapılan ders ile işlenen konunun daha iyi anlaşılabilirdiğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Bağlantıyı zaten kurduğumuz için çocuklar fen bilgisi dersinde olduğumuz üniteyi bununla daha çok kavradılar. Hani zaten hala şeydeyiz biz şu an besinleri saklama yöntemlerinden sonra sağlıklı ve dengeli beslenme kısmına geçiyorum ben. Şimdi o süreçte de zaten besinleri saklama yöntemleriyle başladığımız için ders planına çocuklar o bağlantıyı kurdular ve yani tutarlılık var, birbirine de uygun gidiyor, eş zamanlı.

Fen konusunu öğrenme, tekrar ve pekiştirmeye ilişkin gözlemlenen durum diğer derslerde de devam etmiştir. Örneğin hayvanlardaki perde ayak yapısı ile ilişkili olarak kuvvetin hızlandırıcı ve yavaşlatıcı etkisinin işlendiği 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde Batuhan geçmiş derslerde öğrendiklerine de atıf yaparak bu hafta öğrendiği fen konusuna ilişkin araştırmacıya şöyle bir açıklama yapmıştır:

Batuhan: Mesela hayvanları öğrenirken hem hayvanların saklama yöntemlerini hem de konuyu öğreniyoruz. Mesela bir sincap şeyi saklarken önce kurutuyor, ördekler de bizim gibi itme çekme yapıyor.

Araştırmacı: Güzel, kuvvetin hangi etkisini uyguluyor?

Batuhan: Hızlandırıcı

Aysu ise bu derste incelenen canlılarda gözlemlediği kuvvetin hızlandırıcı ve yavaşlatıcı etkisini *“Arabada frenler arabayı hızlatamıyor ama hayvanlar bir ayakla hem yavaşlatıyor hem hızlandırıyor, ayaklarının aralarında perde var. Aralarından su geçmiyor.”* ifadesiyle aktarmıştır. Özgür ise 5. dersin ardından *“Mesela burada bir şeyleri bağlayarak gidiyoruz. Normal fende direkt konuyu işliyorduk ama burada onun canlılardaki etkisini de görüyoruz. Mesela bugünkü gördüğümüz uçan sincaplardan başka bir şey yapılmıştı. Wing Suit mesela ondan yapılmıştı. Ondan bağlayarak kuvvetin yavaşlatıcı etkisini de gözlemlemiş olduk.”* açıklamasını yapmıştır. Murat ise 5. derste yapılan deneyden bahsederken araştırmacı ile arasında şu konuşma geçmiştir:

Murat: Tahtaya çıkıp paraşütü bırakmıştık. Poşetin içine hava giriyordu ve böyle daha yavaş iniyordu.

Araştırmacı: Kuvvetin hangi etkisini kullanıyordu peki?

Murat: Yavaşlatıcı etkisini

Mıknatısın kullanım alanlarına ilişkin yapılan 6. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise Semih öğrendiği bilgileri açıklarken araştırmacı ile arasında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Semih: Ben mıknatısla pusulanın kesinlikle alakası olduğunu bilmiyordum. Yani çekirdekle, dünyanın, manyetik alanın birbirleriyle alakası olduğunu hiç bilmiyordum. Yani kim tahmin edebilirdi ki mıknatısın içini? Ben sadece mıknatısın böyle bir şeyleri çekmeye yaradığını biliyordum. Yani böyle döndürüyordu pusulayı falan dünyanın çekirdeğini hiç bilmiyordum.

Araştırmacı: Şu anda biliyor musun manyetik alanı, dersten hatırlıyor musun?

Semih: Hatırlıyorum, hatırlıyorum böyle kalkan gibi. Kalkan gibi dünyanın etrafını sarıyor.

Araştırmacı: Evet, çok güzel, kalkan gibi o alan manyetik alan nasıl oluşuyordu peki?

Semih: Çekirdeğin içinde erimiş nikel ve demir vardı, dünya dönerken o demirle nikel de manyetik bir alan oluşturuyordu.

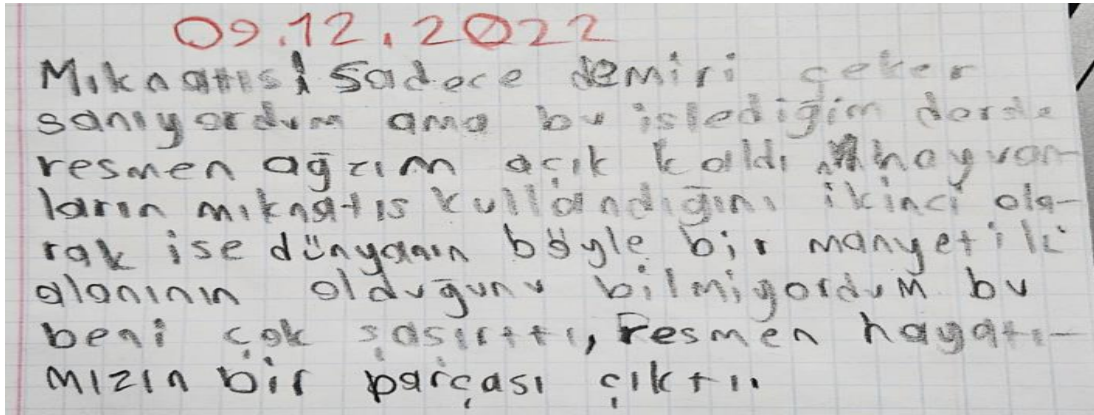
Duygu ise derste yapılan deneyde mıknatıslar ve manyetik alan ile ilişkili öğrendiği bilgiyi araştırmacıya şu sözlerle aktarmıştır:

Duygu: Biyomimikri dersimizde bugün bir tane deney yapmıştık. Bir tane iğneyi mıknatısın bir kenarına sürtmüştük. Yapay bir pusula gibi ama doğal pusula da gibi. Suya koyduğumuzda kuzeyi gösterdi. Neden kuzeyi gösterdiğini ilk başta anlamamıştım, orada bir mıknatıs var o onu çekiyor ve oraya götürüyor gibi düşünmüştüm ama sonradan manyetik etkiden kuzey yönüne, her zaman kuzey yönüne döndüğünü öğrendim. Mıknatıslı iğneyi suya bıraktığımızda manyetik etki sayesinde kuzeye döndüğünü ben hiç bilmiyordum.

Batuhan da derste öğrendiği bilgileri Görsel 4.5'te yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.5.

Fen Konularını Öğrenme/ Tekrar/ Pekiştirme-Batuhan'ın Günlüğü



Yapılan dersten sonra sınıf öğretmeni de 6. derste işlenen fen konusunun kullanılan

etkinlik ve materyallerle öğrenciler tarafından iyi bir şekilde anlaşılabilirdiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Video çok etkileyiciydi, videoda dünyanın o çekim alanını görmeleri mıknatıslık özelliğini izlemeleri zaten çocuklarda ilk bir uyanış oldu. Ben dediğim gibi bazı şeyleri biyomimikriye bırakmıştım. Canlılar arasında bağ kurmayı, onun içerisinde zaten dünyadaki, evrendeki manyetik alanı da oraya bırakmıştım. Hani o videodan daha iyi bir görsel anlatım sunulamazdı. Hatta bayağı da bir ilgilerini çekti, tekrar izletmeyi düşünüyorum konuyu bitirirken. Özellikle dünyanın manyetik alanını çok iyi öğrendiler. Mıknatısın klasik bildikleri o itme çekme özelliğinin dışında bir sürü kullanım alanını gördüler. Pusulada olması özellikle ona bayağı bir şaşırdılar.

Öğrencilerle yapılan son dersten sonra ise Ebru fen dersinde gördüğü konuları biyomimikriyle tekrar ederek pekiştirdiğini *“Mesela fen dersinde biyomimikri işlediğimizde bazı konuları orada daha pekiştirmemizi sağlıyor. Mesela suda yüzen ve batan cisimleri işliyoruz şu an. Biyomimikride de aynısını işlediğimiz için tekrarı oluyor ve deneyle bunları daha iyi anlamamızı sağlıyor.”* sözleriyle dile getirmiştir. Afra ise bu derste yapılan deneye değinerek öğrendiği fen konusu ve biyomimikri örneğini *“Mesela yani deneyler yaparken bir şeyler de öğreniyoruz fark etmeden. Şimdi mesela havanın sudan hafif olduğunu bilmiyordum, deney yaptığımızda bunu öğrendim. Denizaltılarda da böyle boşluk vardı, açılır kapanır mekanizması vardı, batması gereken yerde o mekanizma açılıp içine su giriyordu böylece suyla dolduğu için de batıyordu. Ama çıkmak istediğinde silindir açılıyor, su boşaltılıp kapatılıyordu. Hava da sudan hafif olduğu için yukarıya çıkarıyordu onu”* sözleriyle açıklamıştır. Sınıf öğretmeni ise derste kullanılan biyomimikri örneğinin ve deneyin işlenen konuyla birebir uyum sağlayarak anlaşılabilirliği artırdığını, öğrencilerin suda yüzen ve batan maddeleri iyi bir şekilde anladıklarına dair düşüncesini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Attığım taşın tamamen yerini bulduğuna inandığım bir ders oldu. Çünkü zaten konu olarak da işlediğimiz ünitenin tamamen yansımasıydı. Çocuklar da böyle çok ilgiyle dinledikleri için öğrenmelerinin de çok iyi olduğunu gördüm. Bu da beni zaten tatmine ulaştırdı. Yani iyi bir tatmin hissettim bu derste. Konumuz için uygun olduğu için fen dersindeki o konunun işleniş ve anlaşılabilirliği konusunda tatmin oldum. Yani konu anlaşılmıştır benim için çünkü yorumlar falan gelen cevaplar da hep o yöndeydi öğrencilerden. Bu deneylerle aktivitelerle de tam böyle istediğim gibi olduğunu söyleyebilirim. Ve içerik olarak zaten öğrendiklerini iyice gözlemleme şansı buldular. Çünkü bu hafta bizim konumuz da zaten fende yüzen batan maddelerdi, onları da gördüler. Mesela denizaltı çok ilginç bir icattır zaten hepimiz için. Onu gözlemlediler, videolarını izlediler.

Notilus canlısını tanıdılar. Yani çocuklar için zengin bir ortamdı. Daha ne olsun diyorum yani daha ne olsun.

4.2.1.1.5. Çevre ve doğa farkındalığı kazanma

Yapılan derslerden sonra öğrencilerde gelişen bir diğer beceri çevre ve doğa farkındalığı kazanma olmuştur. Derslerde işlenen canlılarla birlikte öğrencilerin çok sayıda yeni canlı keşfederek dünyadaki canlı çeşitliliğinin farkına varabildikleri, nesli tükenen canlılar için üzüldükleri, var olan canlıları ve doğayı korumak için fikir ürettikleri, eyleme geçmek için istek gösterdikleri ve doğayı daha çok önemsedikleri görülmüştür. Örneğin 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde Aysu derste gördüğü canlılardan sonra dünyadaki canlı çeşitliliğinin farkına vararak nesli tükenen diğer canlılar için üzüldüğünü şu şekilde belirtmiştir:

Aysu: Valla güzel geçti, çok karışık duygular vardı, hani bazen üzgün, bazen kızgın ama mutlu oldum

Araştırmacı: Neye mesela üzüldün ya da kızdın?

Aysu: Yani üzgün dediğim bazı canlıların neslinin tükenmiş olması. Bilmediğim canlılar vardı ama insanlar bazı canlıları öldürüyorlar.

Araştırmacı: Anladım bazı canlıların neslinin tükenmesine üzüldün ve zarar görmelerine. Peki, mutlu oluğun şeyler nelerdi?

Aysu: Doğada bir sürü canlı varmış bilmediğim bir sürü canlı varmış. Onları görünce mutlu oldum. Keşke diğerlerinin de nesli tükenmeseydi onları da görebilirdik

Batuhan ise 2. dersten sonra yapılan görüşmelerde doğa kirliliğinin zararlarına değinerek nesli tükenmiş canlıları gerçek hayatta görmek istediğini ama bu nedenle artık göremeyeceğini, biyomimikriyi kullanarak bu soruna çözüm geliştirip diğer canlıları koruyabileceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Batuhan: Böyle doğada hava kirliliği olmasa doğada birçok canlı hala yaşıyor olurdu ve onları görmek için gitmek isterdim. Hazır teknoloji gelişmişken üzerimize koruyucu şeyler giyip gidebilirdik ve hava kirliliği olmasaydı daha fazla canlı olabilirdi. Bir de ben yere atılmış çöplerden hiç hoşlanmıyorum. Böyle çok çirkin gözüküyor. Şimdi hem fende biyomimikri var hem biyomimikri yapabiliriz belki büyüdüğümüzde bu konularda. Böylece kalan canlıları daha iyi koruyabiliriz.

Ebru da hayvanları korumak için çeşitli derneklere üye olabileceğini “Öğretmenim yaşım küçük olmasaydı büyük ihtimalle biliyor musunuz hayvan koruma dernekleri, büyük ihtimalle onlara falan da katılırdım.” sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde ileride doğanın korunabilmesi için şirket kurup insanlara doğa

farkındalığı kazandırmak istediğini “*Ben büyüyünce -Biyo diye bir şirket kurarım bence, oranın ceo’su olurum ve işte bir sürü öğretmenler geliştirip bu şeyi bütün Türkiye’ye yayarak herkesin bunları öğrenmesini, araştırmasını, doğamızı korumasını bunları isterdim ben.*” sözleriyle dile getirmiştir. Elif ise 6. derste yapılan sinektik etkinliğinden sonra posta güvercinlerinin yaşam alanlarına zarar verildiği için üzüldüğünü şu sözlerle ifade etmiştir:

Elif: Posta güvercinleri vardı, yönlerini gagalarındaki mıknatıs kristalleriyle buluyorlardı. Ama baz istasyonları onların yollarını şaşırtıyordu. O sırada kendimi böyle onların yerine koyunca çok üzüldüm. Ben de bir kere pazarda annemi bulamamıştım çok korkmuştum. Onlar da evlerini, annelerini, babalarını bulamayınca çok korkuyorlardı bence. Bir de bence o baz istasyonları bence yarasaların da yönünü bozuyordur. Onlar da sinyal göndererek yönlerini buluyorlar ya. O yüzden keşke böyle onlara zarar vermesek diye düşündüm.

Özgür de 6. dersten sonra öğrendiği bilgilerle çevre kirliliğini azaltmak için aklına gelen fikri “*Böyle şey, gemi, hani böyle gemi motorlarında döne döne suyu itiyor, teker gibi bir şeyler var ya çubuk çubuk. İşte oralara mıknatısın mesela biri N’ye diğeri de S’ye bakıyor, mesela baktığında böyle iki N ittiriyor birbirini. Öyle bir manyetik bir etki, motor gibi kullanılabilir. Daha doğal diye düşünüyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. Son dersten sonra yapılan görüşmede ise Semih derste gördüğü canlılardan yola çıkarak doğada keşfedilmeyen bir sürü canlı olabileceğine dair edindiği farkındalığı şu sözlerle dile getirmiştir:

Semih: Mesela biz bir pikniğe gitsek atıyorum ki gidip pıtrak otu aramak doğal olarak isterim yani. Hem bunların ilginç özellikleri olduğunu edindim. O yüzden doğanın gerçekten daha keşfedilmediğini düşünüyorum. Çünkü daha bence bir sürü canlı vardır. Ya biyomimikri dersinde 20-25 hatta belki 100 bile olabilir yeni canlı öğrendik ve hani şöyle düşünüyorum da acaba daha ne kadar canlı vardır ve bunlar keşfedilmediyse biz keşfedip belki bir şeyler yapabiliriz.

Çevre ve doğa farkındalığı kazanma konusunda öğrencilerin belirtmiş oldukları ifadelerin yanı sıra sınıf öğretmeni de işlenen derslerle öğrencilerin doğa ile olan bağlarının arttığını ve farklı canlıları keşfederek yeni canlıların olabileceğine dair farkındalık kazandıklarını şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Maalesef günümüz çocukları gerçek yaşantıdan ve doğadan uzak. Genelde sanal ortamda vakit geçiren çocuklar olduğu için böyle ekstra doğayı tanıma, hayvanları tanıma, onlarla bağlantı kurma, gerçek hayatla işte akademik bilgiyi bağdaştırma noktasında çocuklar için çok büyük bir iş yaptığımızı düşündürdü bana. Hani benim köyde

çalıştığım dönemlerde öyleydi. O çocuklar her gün parçalarına o pıtrak otlarından takılarak okula geliyorlardı ya da peşlerine koyunları kuzuları takarak okula geliyorlardı. Sınıfımın kapısının önünde keçi meliyordu mesela. Tamamen doğayla iç içeydik ama şehir hayatındaki çocuklar bu örnekleri sadece işte şey projeksiyonda ya da videoda görebiliyorlar. Hatta bu bile çok sınırlı. Çünkü fen müfredatında bu anlamda eksikliklerin olduğunu hissediyoruz, doğayla ilgili, tabiatın varlığıyla ilgili. O yüzden bu dersler onlarda bayağı bir uyanış oluşturdu. O kaplumbağaları araştırdıkları derste mesela “200 milyon yıldır varlar” deyince fal taşı gibi açıldı gözleri. Biri oradan dinazorların yaşında dedi. Öteki başka bir canlı söyledi. Notilusları okurken öyle bir canlının varlığını artık bilmeleri mesela... Bazıları şimdi görüyorum ilginç canlılar çiziyorlar kendileri. Onun o özelliğini almış, bunun bu özelliğini almış. Bu da doğadaki canlılara dair ufuklarının genişlediğini gösteriyor çocukların. Doğada daha çok canlının var olduğunu ve bunu keşfedebileceklerini biliyorlar ve inanıyorlar.

Sonuç olarak yapılan derslerin aynı sınıf ortamındaki farklı akademik düzeydeki öğrencilerin yeni canlılar ve özelliklerini öğrenmelerine, bu canlılar ve biyomimikri örneklerindeki yapı fonksiyon ilişkisini keşfedebilmelerine, biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini kavrayabilmelerine, fen konularını öğrenip tekrar ve pekiştirme imkânı bulabilmelerine ve çevre ve doğa farkındalığı kazanabilmelerine yardımcı olduğu görülmüştür.

4.2.1.2. Bilimsel süreç becerileri

Öğrencilerde bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri bilimsel süreç becerilerinin kullanımı ve gelişimi olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte öğrencilerin ders içinde ve sonrasında canlıları gözlemlene ve inceleme sürecine girdikleri, deney ve gözlem yapma becerilerinin geliştiği, deneylere ilişkin tahminler yapıp doğru çıkarımlarda bulunabildikleri ve gözlemledikleri verileri kaydederek çıkarım sürecinde kullanabildikleri görülmüştür.

4.2.1.2.1. Canlıları gözlemlene, inceleme

Geliştirilen programda öğrencilerin hem derste hem de dersten sonra canlıları gözlemleyerek daha yakından incelemeye başladıkları görülmüştür. Örneğin programın ilk adımı olan doğayı gözlemlene ve takdir etme adımının ele alındığı ilk derste öğrencilerin kendilerine verilen kartlardaki canlıları gözlemlene ve inceleme süreçlerine ilişkin aralarında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Elif: Arkalarına da bakalım, arkalarında bilgi var.

Pars: Hasatçı karıncalar karınca ekmeği yapıyor.

Semih: Aa arıların bir sürü gözü var bak

Elif: Aaa evet

Alper: Arkalarını da okuyalım. Aaa bunlar kurutuyormuş, bunlar kurutmayı biliyor. Çilek, mantar gibi bazı yiyecekleri yuvasına taşımadan önce ağaç kütüklerinde veya dallarda kuruturlar. Bunlar kurutma yöntemini biliyor.

Semih: Baksanıza arılar bitki özlerindeki suyu buharlaştırarak yoğun kıvamlı bal elde ederler diyor. Bu sayede mikropların üremesini engellerlermiş çünkü mikroplar sulu ortamda üriyormuş.

Alper: Aaa aslında demek ki bal bozulan bir şeymiş. Demek ki balların o yüzden bozulmama yeteneği var arılar bozulmaz hale getiriyorlar.

Elif: Ağaçkakanlara bak fındık, ceviz, meşe palamudu gibi iri taneli meyveleri oydukları ağaç kabuklarına sıkıştırıp daha sonra içlerini yerler.

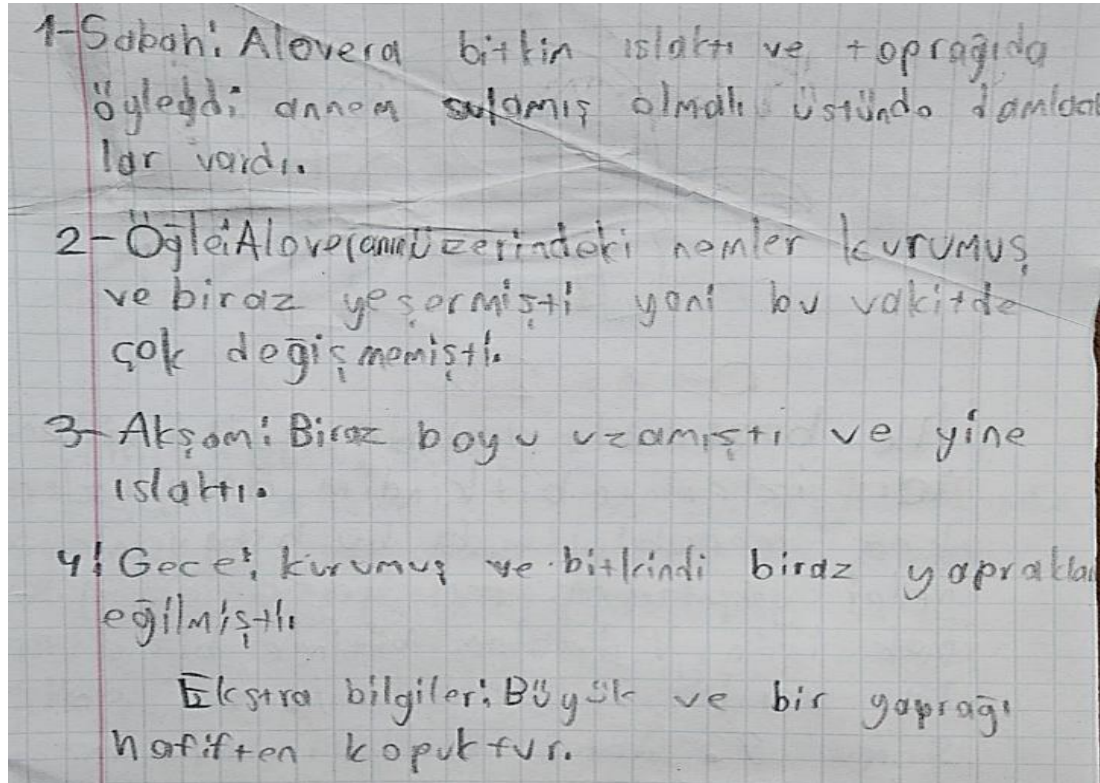
Semih: Ooo

Elif: Bu nedenle sağlıklı ağaçları derinlere kadar delerek kurumalarına neden olurlar.

Dersten sonra öğrencilerin günlükleri incelendiğinde birçoğunun evlerinde baktıkları canlıları gözlemleyerek günlüklerine kaydettikleri görülmüştür. Örneğin Batuhan evlerinde baktıkları aleovera bitkisine dair gözlemini Görsel 4.6'da yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir.

Görsel 4.6.

Canlıları Gözlemleme, İnceleme-Batuhan'ın Günlüğü



Ebru ise dersten sonra yapılan görüşmelerde günlüğüne kaydettiği uyku çiçeği bitkisi ile ilgili olarak *“Öğretmenim ben günlüğüme annemin uyku çiçeği vardı, onu da yazdım. Uyku çiçeğini ben insanlara benzetiyorum. Sabah yaprakları açık akşam kapalı oluyorlar ve bir tane tohumdan çıkıyorlar ve birinin boyu uzun birinin kısa oluyor. Bu da benim çok ilgimi çekiyor.”* açıklamasını yapmıştır. Elif ise 2. dersten sonra gözlemlediği evcil hayvanını *“Öğretmenim bizim böyle bir tane böyle kuşumuz var. Kuşumuzun dikkatli bakınca çok değişik bir yanını gördüm. Gagasında çok farklı bir yapı varmış. Bizimkisi mavi renkte böyle biraz da mor gibi. Öyle olunca erkek oluyormuş.”* sözleriyle anlatmıştır. Semih ise 2. derste gözlemlediği canlıya ilişkin fark ettiği yeni özellikleri şu sözlerle ifade etmiştir:

Semih: Kartlarda kedileri görmüştüm. Kedinin gözü pasparlaktı, gece görüşü vardı. Pençelerinin o kadar yakından görünce o kadar sivri olduğunu hiç görmemiştim. Çünkü kedinin pençesine böyle eğilip bakamayacağımız için kartta görünce bayağı şaşırdım. Mesela ben hiç kedinin dilini böyle tarak gibi olduğunu düşünmezdim. Çünkü görmedim. Gördüysem de hep uzakta gördüğüm için dikkat etmedim. Ama şimdi o kartta gördüm çok benziyor tarağa.

Murat ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde etrafındaki canlıları daha yakından incelemeye başladığını *“Ben köye gittiğimde direkt dışarı çıkıp top oynuyordum ama şimdi bahçeye iniyorum. Büyüteçle inceliyorum her yeri köpekleri inceliyorum, tavukları, koyunları. Bilmediklerimi de Google’den araştırıyorum”* sözleriyle dile getirmiştir. Afra da 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde canlıları daha yakından incelemeye başladığını şu sözlerle ifade etmiştir:

Afra: Zaten biraz bahsetmiştik daha farklı baktım doğaya. İlk başta böyle merakla bakmazdım niye buraya geldik, gidip Espark’ta da gezebilirdik gibisinden düşünüyordum. Ama şimdi doğal bir ortama girdiğimde öyle demiyorum. Yakınımda hangi canlı varsa onu inceliyorum. Mesela kedinin dili, hani bunu sitede de görebiliyoruz zaten dilinin böyle iğneli gibi böyle bir yapısı var ya ona baktım gerçekten öyle mesela. Tüylerini inceliyorum, kalınlıkları ne kadar diyorum, burunları neden ıslak onu merak ediyorum

Sınıf öğretmeni de yapılan derslerden sonra öğrencilerin canlıları gözleme ve inceleme süreçlerine ilişkin gözlemlerini şu şekilde ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Zaten doğaya çıkma imkânımız yok, doğada bunları bulma imkânımız da yok ama videolarda çok güzel gözlem yaptılar. Çok dikkatli ve şaşırarak izlediler. Onun dışında teneffüslerde falan dışarı bile çıkmadı birçoğu. Verdiğimiz kartlara tekrardan bakıp “aa bunun busu var, şunun şusu var” deyip gördükleri canlıları tartıştılar. ... Şunu

söyleyebilirim akıllı tahtamız biraz geç geldi ama bu derslerde gösterdiğimiz bazı canlılar onların çok dikkatini çekmişti. Özellikle notilus, boynuzlu kertenkele, sinekkapan falan. Mesela ben kilitlemiyorum akıllı tahtayı onları falan açıp incelediklerini görüyorum teneffüste. Dolayısıyla gözlem becerilerinin de geliştiğini düşünüyorum açıkçası

4.2.1.2.2. Temel bilimsel süreç becerilerini geliştirme

Yapılan derslerde hedeflenen bir diğer beceri tasarlanan deneyler aracılığıyla gözlem yapma, tahminde bulunma, verileri kaydetme, iletişim kurma ve çıkarımda bulunma gibi temel bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi olmuştur. Bu amaçla geliştirilen programda “perde ayak”, “paraşüt”, “pusula” ve “kartezyen dalgıç” deneyleri tasarlanmış; sırasıyla 4., 5., 6. ve 7. derslerde uygulanmıştır. Yapılan derslerden sonra öğrencilerin deneyden önce tahminde bulunabildikleri, hedefe uygun gözlem yapabildikleri, gözlemlerinden yola çıkarak çıkarımda bulunabildikleri ve verileri kaydederek iletişim kurabildikleri gözlemlenmiştir. Örneğin 4. derste yapılan perde ayak deneyinde öğrencilerin tahminde bulunma ve gözlem yapma süreçlerine ilişkin geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Peki ben şimdi size bir kâğıt dağıtacağım. Burada önce bir tahmin yapacaksınız. Pelikanlar perde ayaklı ama siz de ellerinizi kullanarak suyun içinde hareket ettireceksiniz. Sizce hangi elinizle daha fazla su ittirebileceksiniz? Hangi elinle derken bir elin çıplak bir el olacak, diğer eline buzdolabı poşeti geçireceğiz.

Semih: Çıplak elimizle.

Derya: Kesin poşetle...

Öğretmen: ... 2'ye geçmiyorsunuz 2'yi denemeden sonra yapacağız ... Peki kimler cevabını verdi bitirdi?

Meriç: Ben

Öğretmen: Ooo herkes cevabını vermiş, o zaman sırayla alsam daha iyi olacak. Bu sıradan Özgür, Mete, Semih ve Cemre... Tamam az bekle. Kolunu sıyr evet elini açıp palet gibi tut. Evet suyu ittir şimdi önce şu elinle ittir. Çok yavaş. Şimdi poşetli elinle. Hangisiyle daha çok su ittirdin?

Mete: Poşetli elimle

Öğretmen: Şimdi iki hissettiğin şey arasındaki farkı gidip oraya not edeceksin. Semih sen?

Semih: Poşetli elim

Araştırmacı: Güzel şimdi gözlemini gidip hemen kâğıda yaz. Bir de neden öyle düşündüğünü yaz...

Yapılan deneylerden sonra öğrencilerin verileri kaydetme ve iletişim kurma süreçlerine ilişkin istenen becerileri sergileyebildikleri, deneye dair verileri kaydedebildikleri, sınıf

ortamında veya ders sonrasında aktarabildikleri, günlüklerine yazılı şekilde yansıtabildikleri görülmüştür. Örneğin öğrencilerden Aysu ders içerisinde yaptığı tahmin, gözlem ve çıkarım sürecini Görsel 4.7’de yer alan deney föyüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.7.

Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Aysu’nun Deney Föyü

Deney Kâğıdı	
1. Ellerini suyun içinde hareket ettirdiğinde sence hangi elinle daha fazla su itebileceksin?	
Poşetsiz elimle	Poşetli elimle
	✓
Neden böyle düşünüyorsun?	
Çünkü poşetli benziyor ve arasından su geçmiyor.	
2. Denemenin sonunda hangi elinle daha fazla su itebildin?"	
Poşetsiz elimle	Poşetli elimle
	✓
Sence neden olabilir?	
Su geçiriyor ve daha hızlı oluyor.	
3. Yaptığın deney sonucunda neler öğrendin?	
Poşet elimle ve poşetli daha fazla ve daha hızlı geçirim (elim).	

Ders sonrası yapılan görüşmelerde Afra ise tahmin ve gözlem sürecine ilişkin yaptığı karşılaştırmayı şu şekilde ifade etmiştir:

Afra: Ben deneye şaşırdım. Mesela eldivenli elimizi suya sokunca ben içine biraz su dolabilir diye düşünmüştüm o yüzden diğeri dedim ama öyle olmadı. Daha çok su ittirdik poşet geçirdiğimiz elle. Çıplak elimizi sokunca su arasından geçiyor ama poşetli ya da eldivenli elimizden geçmiyor, daha fazla su ittirebiliyoruz. Normal elimizde daha hızlı olduğunu düşünüyordum ama diğeriyle daha hızlı gitti.

Sınıf öğretmeni de öğrencilerin deneyle birlikte tahmin, gözlem, çıkarım, verileri kaydetme ve iletişim kurmaya dair temel bilimsel süreç becerilerine ilişkin gözlemlerini şu şekilde aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Zaten o suda yaptığımız deney çocukların her zaman en sevdiği şey, aktif hâle geçmek. Bunda da yine aktiflerdi, gözlemlediler, gözlemlediklerini not ettiler. Deneyi yapmadan önce tahminde bulundular. En sonunda da çıkarımlar ürettiler. Demek ki elimize taktığımız poşetten dolayı oradaki işte bağ dokusu gibi bir şey oluşuyor perde ayaklardaki gibi ve ben de ondan dolayı daha hızlı ittim suyu diye kendi çıkarımlarını söyleyebildiler.

Temel bilimsel süreç becerilerine ilişkin öğrencilerde gözlemlenen durum diğer derslerde de devam etmiştir. Örneğin 5. derste yapılan paraşüt deneyinde öğrencilerin gözlem ve çıkarım süreçlerine ilişkin derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: 3 deyince aynı anda hem mandalı hem paraşütü bırakacaksınız. 1 2 3. Evet hangisi daha geç yere indi?

Öğrenciler: Paraşüt

Öğretmen: Paraşüt daha geç yere indi. Peki paraşütün daha yavaş düşmesinin sebebini bana kim açıklayacak?

Semih: Ben ben ben

Öğretmen: İlkini?

İlkin: Poşet o rüzgârı geçirmediği için daha yavaş düşüyor.

Öğretmen: Semih?

Semih: Poşet aşağı inerken hava ittiği için poşetin yavaşlamasını sağlıyor.

Öğretmen: Yavaşlamasını sağlıyor. Alper?

Alper: Yer çekimi aşağı çeker. Hava da yukarı ittiğinde ters yönde olduğu için içine hava doluyor ve yavaşça iniyor...

Öğretmen: ... Kuvvetin hangi etkisini kullanıyor?

Öğrenciler: Yavaşlama

Öğretmen: Kuvvetin ters yöndeki etkisiyle

Alper: Yavaşlatıcı etki

Öğretmen: Yavaşlatıcı etkisiyle süzülüyor...

Öğrencilerden Semih ders içerisinde yaptığı tahmin, gözlem ve çıkarım sürecini Görsel 4.8’de yer alan deney föyüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.8.

Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Semih'in Deney Föyü

Deney Kâğıdı

1. Elinizde iki mandal var; biri poşete takılmış diğeri ise takılmamış. Sizce aynı yükseklikten aşağıya bıraktığımızda hangisi yere daha yavaş düşer?

Poşete <u>takılmayan</u> mandal	Poşete <u>takılan</u> mandal
	✓

Neden böyle düşünüyorsun? *Parasüt gibi sözülür*
Yani Parasüt görevi görür

2. Aynı yükseklikten aşağıya bıraktığımızda hangi mandal yere daha yavaş düştü?

Poşete <u>takılmayan</u> mandal	Poşete <u>takılan</u> mandal
	✓

Sence neden olabilir? *Hava K Poşeti Higi için*
Kuvvetin yavaşlatma etkisini yapar

Ders sonrası yapılan görüşmelerde Murat da tahmin ve gözlem sürecine ilişkin yaptığı karşılaştırmayı araştırmacıya şu şekilde anlatmıştır:

Murat: Ben normalde mandalın daha yavaş inmesini tahmin etmiştim ama tekli mandal daha hızlı indi

Araştırmacı: Neden öyle düşünmüştün peki?

Murat: Poşetle daha ağır olur diye

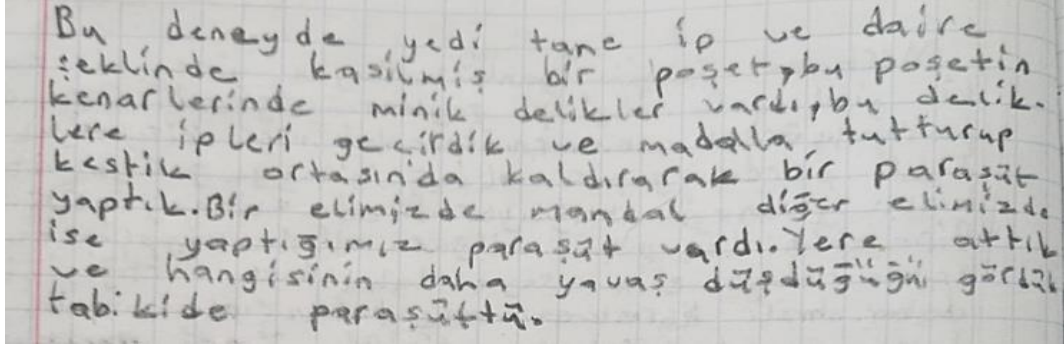
Araştırmacı: Peki neden daha yavaş indi?

Murat: Hava aşağıdan itince yavaşlattı

Duygu da deneyde yaptığı gözlem sürecini Görsel 4.9'da yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.9.

Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Duygu'nun Günlüğü



Dersten sonra yapılan görüşmede sınıf öğretmeni de deney sürecindeki temel bilimsel süreç becerilerine ilişkin gözlemlerini şu şekilde aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Ders kazanımı olarak da az önce de bahsettiğim deney ile birlikte hani poşetsiz mandalın hızlı bir şekilde düştüğünü, ivme aldığını ama diğerinin paraşüt etkisiyle yavaşladığını bizzat deneyimlediler. Sizden sonra da denemeyi çok istediler o paraşütlerle. Çocuklar için fevkalade bir deneyim oldu. Tahmin yapmaları için öncesinde zaten bir kâğıt dağıtmıştık, tahminlerini yapmışlardı. Deneyi gerçekleştirdikten sonra neden böyle olduğunu daha iyi anladılar ve kendi cümleleriyle aktardılar. Deneyi amacına ulaştırdılar yani. Herkese yaptırdık, herkes denedi. Hissettiler olayı deneyle birlikte.

6. derste toplu iğneye manyetik özellik kazandırılarak yapılan pusula deneyinde ise öğrencilerin gözlem süreçlerine ilişkin derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Araştırmacı: Çocuklar şimdi normalde iğneyi sadece mıknatısın bir yüzüne sürterek mıknatıslık özelliği kazandırıyoruz. Daha sonra ne yapacağız? İğnenin arka ucuna mavi pipeti ön tarafa da kırmızı pipeti geçiriyoruz. Tuğra, önce maviyi tak geriye ittir, şimdi kırmızıyı. Tamam suya bırakalım.

Tuğra: Dönüyor

Araştırmacı: Ne tarafa dönüyor?

Tuğra, Alper: Kuzeye

Araştırmacı: Güzel ...

Öğretmen: ... Başak mıknatısa sürekli sürttürmeni istiyorum. Çocuklar bir yüzüne sürekli sürtün. Arkada mavi olacak. Tamam şimdi bırakın. Bakın kırmızı uç nereyi gösteriyor?

Pars, Başak: Kuzeyi

Öğrencilerden Batuhan derste yaptığı tahmin, gözlem ve çıkarım sürecini Görsel

4.10'da yer alan deney föyüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.10.

Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Batuhan'ın Deney Föyü

Deney Kâğıdı

1. Elinizdeki iğneyi mıknatısa sürtüp suya bıraktığınızda sizce nasıl hareket eder?

~~Bıraktığım yönü gösterir.~~	Kuzeyi gösterecek şekilde döner.
~~Güneyi gösterecek şekilde döner.~~	Doğuyu gösterecek şekilde döner.
Batıyı gösterecek şekilde döner.	Farklı yönlerde doğru hareket eder.

Neden böyle düşünüyorsunuz?

Çünkü hangi yöne bırakırsak o tarafın manyetik gücü onu çekecektir.

2. Elinizdeki iğneyi mıknatısa sürtüp suya bıraktığınızda nasıl hareket etti?

Bıraktığım yönde durdu.	Kuzeyi gösterecek şekilde döndü.
Güneyi gösterecek şekilde döndü.	Doğuyu gösterecek şekilde döndü.
Batıyı gösterecek şekilde döndü.	Farklı yönlerde doğru hareket etti.

Sizce neden olabilir?

Dünyanın Manyetik alanından dolayı

Özgür ise derste yapılan deneyde kendi yaptığı tahmin, gözlem, çıkarım ve verileri kaydetme sürecini şu sözlerle anlatmıştır:

Özgür: Deneyi yaparken mesela ben kuzeyi işaretledim ama bir düşündüm, kuzey değil de güney mi? Yoksa dönüp duracak mı etrafında? Sürttüğümüz iğneler pusula gibi olacak mı acaba diye. Orada kuzeyi işaretledim ama suda mıknatısın aslında kesileceğini düşünüyordum. Deneyde gerçekten kuzeye döndü manyetik etki olduğu için. Mıknatısa

iğneyi sürtünce manyetik etkiye kapıldı, dünyanın manyetik alanından dolayı da kuzeyi gösterdi.

Murat da deneyde gerçekleştirdiği gözlem, çıkarım ve kaydetme sürecini “*Mıknatısa iğneyi sürttükten sonra manyetik enerji geçince kuzeyi gösterdi. Manyetik etkiyi öğrendim orada, dünyanın manyetik etkisini. Hemen yazdım kâğıda.*” sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de bu derste gerçekleştirilen deney sürecinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine yönelik gözlemlerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Kesinlikle çocuklara en çok kazandırdığımız beceri bu bence. Çocuklar çok da seviyorlar hem deney yapmayı hem o gözlemlmeleri hem sınıflamaları hem bunları kâğıda dökmeyi. Herkes sorumluluğunu da yerine getiriyor, yapıyor. ... Onun yanı sıra gözlem yetenekleri, birbirlerine anlattıklarını görüyorum mesela deneyi bitiren çocuk sırasında oturduğu zaman daha yapmamış arkadaşına ne göreceğini anlatıyor ne gözlemlediğini anlatıyor. O heyecanını yansıyor. Diğeri de ben de birazdan göreceğim falan diye bir merak uyandırma da çok fazla oluyor.

Son derste ise öğrencilerin denizaltıların çalışma prensibini gözlemledikleri kartezyen dalgıç deneyinde tahmin ve gözlem süreçlerine ilişkin geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Dikkatle buraya bak. Önce kapağımı açtım. Pipeti içine atıyorum. 1. sorumuzun tahmininin cevabı ortaya çıkacak tamam mı? Evet 1. soruda ne demişti, bunu attığınızda ne olur? Evet atıyorum, attım.

Emre: Yess

Sıla: Hayır

Öğretmen: Doğru tahmin etmiş olanlar el kaldırsın, yedi kişi el kaldırdı. Evet herkes 4. soruya geri dönsün. Ataş taktığımız pipet suyun içine bıraktığımızda nasıl hareket etti? Ne oldu çocuklar?

İlkin: Suyun yüzeyinde kaldı.

Öğretmen: Suyun yüzeyinde yüzüyor değil mi? Sizce bunun sebebi ne? Herkes fikrini yazsın. Bana söyleme fikrini yaz. Neden sence bu batmadı, neden yüzeyde kaldı? Sence bunun sebebi ne olabilir?

Duygu: Öğretmenim bilmiyorsak ne yazalım?

Öğretmen: Aynı denizaltıların çalışma prensibini düşünün.

Funda: Aaa

Hakan: Çünkü pipetin içinde hava var

Elif: Hava doldu öğretmenim

Melike: Çünkü içinde hava var

Öğrencilerden Duygu derste yaptığı tahmin, gözlem ve çıkarım sürecini Görsel 4.11’de yer alan deney föyüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.11.

Temel Bilimsel Süreç Becerileri-Duygu’nun Deney Föyü

Deney Kâğıdı

1. Atış taktığımız pipeti suyun içine bıraktığımızda sizce nasıl hareket eder?
Kutucuğa işaretleyin ve altına neden böyle düşündüğünüzü açıklayın.

Suyun dibine batar.	☒
Suyun ortasında asılı kalır.	☐
Suyun üzerinde yüzer.	☐

Neden böyle düşünüyorsunuz? Çünkü atış pipete ağırlık vericak ve pipetin kapağı olmadığı için su içine dolacak ve suyun dibine batıcak.

2. Şişenin kapağını kapatıp sıkıştırdığınızda sizce pipet nasıl hareket eder?
Kutucuğa işaretleyin ve neden böyle düşündüğünüzü yazın.

Suyun dibine batar.	☐
Suyun ortasında asılı kalır.	☐
Suyun yüzeyine çıkar.	☒

Neden böyle düşünüyorsunuz? Şişeyi sıkıştırdığımızda suyun yüzüne çıkıcak çünkü içindeki hava suya iticcek.

5. Şişenin kapağını kapatıp sıktığınızda pipet nasıl hareket etti? Kutucuğa işaretleyin ve altına bunun neden olabileceğini açıklayın.

Suyun dibine batar.	☒
Suyun ortasında asılı kalır.	☐
Suyun yüzeyine çıkar.	☐

Sizce neden olabilir? Çünkü deniz altlarında olduğu gibi pipetin içine su doldu.

6. Şişeyi sıkmayı bıraktığınızda pipet nasıl hareket etti? Kutucuğa işaretleyin ve neden böyle düşündüğünüzü yazın.

Suyun dibine batar.	☐
Suyun ortasında asılı kalır.	☐
Suyun yüzeyine çıkar.	☒

Sizce neden olabilir? Pipet'in içine hava olduğuna için yukarı çıktı.

7. Deneyin sonunda neler öğrendiniz? Hava sudan daha hafiftir. ve Hava olduğunda yüzeye çıkar hava olmadığında batar

Afra ise yapılan görüşmelerde deneye ilişkin tahmin, gözlem ve çıkarım sürecini “Ben şuna şaşırdım yani başta ağırlıktan batar diye düşünmüştüm ama suyun üstünde yüzdü çünkü içinde su yoktu. Ama sıktırdığımızda bizim kuvvetimizle su pipetin içine girmeye başladı. Bu tabii ağırlaştırdı ve böylece dibe battı.” şeklinde ifade etmiştir. Ebru da deneyde yaptığı gözlem ve çıkarım sürecini “Deney yaptık. Pipeti sıktırmadıkça havayla dolu olduğu için hava da hafif olduğu için yukarıda kaldı ama sonrasında sıktırdığımız için hava suyun içine doğru çıktı, bu yüzden aşağı indi.” sözleriyle açıklamıştır. Sınıf

öğretmeni de bu derste gerçekleştirilen deney sürecinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine yönelik gözlemlerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Hoca: Tamamen denizaltının çalışma prensibi o görsellerden sonra deneyle tam cık oturdu, anladılar yani. En basit haliyle en güzel şekilde anladılar. Mesela çocuklar ilk tahminlerinde dibe batır demişlerdi ama bunun neden yüzdüğünü dikkatli bir şekilde gözlemlediler. Deney kağıtlarında, öncesinde yaptıkları tahminler sonrasında yaptıkları çıkarımlar çocukları tamamen bilimsel düşünceye yönlendirdi. Çünkü genellikle şu yapılır, sınıf öğretmenleri bunu yapar, çocukların önüne pet şişeyi koyar, bakın bu ne olacak hadi attım, tak sıkır gösterir. Ama biz bilimsel süreç becerilerinin hepsini kazandırdık o gün evet. Yani o süreç çocuklar için kesinlikle çok faydalı. Artık bir olaya bakarken önce tahmin yapabiliyorlar, bir deneyin nasıl işlediğini, öncesi sonrasında neler yapılması gerektiğini artık bu hafızalarına kazındı bence.

4.2.1.3. Yaratıcı düşünme becerileri

Öğrencilerde bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve teşvik edilmesi olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte öğrencilerin ders içinde ve sonrasında canlıları tasarım fikri olarak görmeye başladıkları, kullanılan teknik ve stratejilerle yaratıcı düşünme pratiği edindikleri, tasarım haftalarında kendilerinden beklenen ürün tasarlama ve geliştirme süreçlerinde canlılardan tasarım fikri üretebildikleri, problem belirleme ve problem çözme sürecini yürütebildikleri, geliştirdikleri çözümü ürün halinde tasarlayarak sunabildikleri ve yaratıcı düşünme eğilimi gösterebildikleri görülmüştür.

4.2.1.3.1. Canlıları tasarım fikri olarak görme

Geliştirilen programın temel hedeflerden birisi öğrencilerin doğaya ilham alabilecekleri bir tasarım perspektifiyle bakarak canlıları birer tasarım fikri olarak görmeleri olmuştur. Yapılan uygulama süreci ile birlikte öğrencilerin gerek kendilerine sunulan canlıların özelliklerini göz önünde bulundurarak gerekse de kendi keşfettikleri canlıların özelliklerini kullanarak; i) canlılardan yeni fikirler üretebildikleri ii) var olan ürün veya tasarımlarla benzerlik kurabildikleri ve iii) farklı canlıların özelliklerini birleştirebildikleri görülmüştür. Öğrencilerde görülen bu düşünce süreci program hedefinin haberdar edildiği ilk dersten itibaren başarılı düzeydeki öğrencilerle başlayarak program boyunca diğeri öğrencileri de kapsayacak şekilde artarak devam etmiştir. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde Duygu derste öğrendiği köstebeklerin özelliklerinden ilham alarak bir ilaç geliştirilebileceği fikrini “*Nasıl desem mesela bir*

köstebek hani tükürükleriyle şey yapıyordu ya solucanları yarı canlı olarak bekletiyordu yuvasında. Belki onu başka bir şekilde hayata geçirebiliriz. Başka bir şey yapabiliriz böyle şeylerden. Mesela bir ilaç yapabiliriz.” sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise 2. dersten sonra filin hortumu ile duş başlıkları arasında kurduğu benzerliği *“Mesela fillerin kendini yıkaması çok garip yani. Biz sırtımıza atmak için neredeyse elimizi şöyle bile kaldıramıyoruz, kıvrılmadığı için. Ama filin hortumları gibi fiskeye yapmışız mesela duş başlıklarını. Ağzı biraz benziyor, delikleri olmasa tamamen dökülse tam fil hortumu gibi olur.”* sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise derste gördüğü salyangozun uzantılarını radyo antenlerine, baykuşların görüş kabiliyetlerini ise aynalara benzeterek araştırmacı ile arasında şu konuşmalar geçmiştir:

Murat: Mesela ben şey salyangozların antenini radyolardaki şeye benzetiyorum. O çok ilgimi çekti.

Araştırmacı: Evet, farklı görevleri vardı, üstündekilerin görevi farklıydı, alttakilerin...

Murat: Evet, daha iyi görmeleri içindi, yukarıda görmeleri için. Böyle baykuşlar gibi baykuşlar da şöyle arkasını görebiliyorlar ya bakarken ayna gibi. Biz de aynalardan görebiliyoruz

Elif ise bu derste gördüğü uçan kertenkele ve bukalemunun özelliklerini birleştirerek bir robot geliştirilebileceği fikrini *“Mesela bir proje tasarlayıp diyebilirsin, ortaya bir fikir atabilirsin mesela uçan kertenkele gibi süzülen ve gözleri bukalemun gibi her yana dönebilen bir robot tasarlayabiliriz mesela.”* sözleriyle dile getirmiştir. Aynı öğrenci bukalemunun gözlerini gece lambası tasarımında kullanabileceğini ise *“Mesela gece lambası yapımında başka şeyler yapabilirim mesela böyle bir bukalemunun gözlerini ekleyebilirim. Gözlerini böyle eğip şey yapabilirim ve onlara ışık takabilirim.”* sözleriyle ifade etmiştir.

Öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerine ilişkin gözlenen durum 3. dersten sonra gelişim göstermeye devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Murat karıncaların iş birliği ve yük taşıma kapasitelerine değinerek bundan bir yük treni yapılabileceğini *“Karıncadan böyle yük treni falan yapabilirim mesela karıncalar böyle çalışkan olduğu için, kendinden ağır şeyler taşıdığı için, böyle birlik olduğu için böyle bir şey düşündüm.”* sözleriyle dile getirirken; Batuhan da bukalemunların renk değiştirme özelliğini bilgisayarların bilgiyi algılama ve iletme sürecine şu sözlerle benzetmiştir:

Batuhan: Sanki böyle bilgisayarlarda da böyle algılayıcı olur ya bir şeyleri algılar sana direkt iletir bilgileri bildirim gibi onlarda da öyle bir şey var. Alarm veriyor, algıladığı an hemen

renk değiştiriyor. Mesela şu masanın üzerine gelse avcı onu gorse hemen tetikleniyor ve bu renge dñnüşüyor. Kristaller yer değiştiriyor ve o rengi algıladığı gibi yansıtıyor hayvana. Hayvan da o renge dñnüşüyor.

Aysu ise kaplumbağaların özelliklerinden yola çıkarak kostüm tasarlama fikrini “*Mesela ben bir tane kendime kostüm yapmak istiyorum bir kaplumbağa kostümü ve kabuğuma çekilmek istiyorum.*” sözleriyle dile getirmiştir. Duygu ise 4. derste yapılan beyin fırtınası etkinliğinde su itici kumaşlara benzettiği pelikan tüylerinden esinlenerek bu ürünün daha da geliştirilebileceğini “*Öğretmenim tüyleri çabuk ıslanmadığı için ben su itici kumaşlara benzetmiştim ama o daha önce bir bitkiden icat edilmişti. Ama belki pelikanın tüylerinden de esinlenilebilir daha da geliştirmek için.*” sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan da venüs sinekkapanından yola çıkarak mağaza çalışanlarının yüksekte elbise alırken zorlanmamaları için aklına gelen fikri şu şekilde ifade etmiştir:

Batuhan: Benim de aslında tasarımlarım var. Hani venüs sinekkapanı vardı ya böyle onun ben böyle kapan halini yapacağım. Hani görmüşsünüzdür Yunus Emre mağazalarında falan kancalı sopalar oluyor ya orada montları falan bir şeyleri alıyorlar ama öyle herhalde birazcık zor. Onun başı yerine böyle sinek kapanının ucu gibi bir şey koyarsak böyle tutar sımsıkı yani düşme ihtimali de yok. Eğer kancalı şeyle tutarsak yere düşüp kirlenebilir ama kapan gibi olursa düşmez.

Özgür ise 5. dersten sonra zürafaların dillerinden esinlenerek koruyucu bir kıyafet tasarımı düşüncesini şu sözlerle dile getirmiştir:

Özgür: Mesela şey gibi düşünüyorum. Zürafanın dilleri siyah ya güneşten koruyor derilerinin yapısı. Mesela yazın dağa çıkan ya da arı bakan ya da işte tatile giden birileri için mesela bir tişört tasarlayıp ya da bir şapka tasarlayıp burunları kanamasın, başına güneş geçmesin, güneşten korunsunlar diye fikirler geliyor aklıma.

Afra ise pangolin ve balon balıklarından esinlenerek kalem kutusu veya beslenme çantası tasarlanabileceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Afra: Bir tane hayvan vardı böyle ondan sırt çantası yapmışlardı adı pangolindi. Pangolinlerden kalem kutu da yapılabilir mesela. Bir de balon balıklarıyla ilgili bir şey söyleyeceğim. Balon balıklarıyla mesela onlardan beslenme çantası olabilir. Kendini şişiriyor ya. Beslenme çantaları da sabah dolu oluyor ama biz içindekileri yiyince boşalıyor aslında. İçindekileri yedikten sonra havası çekilen bir sistem olur, küçülür biz de sırt çantamızın içine koyabiliriz. Boynumuzda taşımamıza gerek kalmaz.

Duygu ise boynuzlu kertenkelelerin kendini savunma stratejisinden esinlenerek düşündüğü kalem tasarımı fikrini şu sözlerle açıklamıştır:

Duygu: Öğretmenim mesela kan fışkırtıyor ya kertenkele gözünden zehir gibi. Mesela ben şunu düşündüm, bir tane kalem olabilir. Sonra işte eşyalarımı izinsiz kullanmaması için benden başka bir parmak değmeyecek. Buraya bir parmak dokunduracağız. Eğer onun değilse böyle ondan böyle su gibi bir şey fışkırsın ve onun izniyle alması için böyle bir kalem düşündüm.

6. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise öğrenciler hem sinektik etkinliğinde akıllarına gelen fikirlere hem de canlıların özelliklerinden ürettikleri tasarım fikirlerine değinmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Semih sinektik etkinliği sırasında ağaçkakanlar ile kapı zilleri arasında kurduğu benzerliği şu sözlerle ifade etmiştir:

Semih: Bugünkü derste verdiğiniz kâğıtta ben şöyle yazmıştım, ağaçkakanı kapı ziline benzetmiştim. Aynı kapı zili de titreşimden dolayı şey yapıyor ses çıkartıyor, ağaçkakan da öyle çok hızlı vurduğu için titreşim oluyor ve daha çok ses çıkmaya başlıyor. Mesela ağaçkakanla kapı zilin ne alakası var? Birisi yapay, birisi doğal ama baktığımda aralarında çok şey buldum.

Afra da ders sırasında aklına gelen fikirleri ve düşünme sürecini araştırmacıya şu sözlerle aktarmıştır:

Afra: Aslında benim ilk aklıma şey geldi. Hurda kaldırma vinçleriyle filler gelmişti. Hurda kaldırma vinçleri de büyük ağırlıklar kaldırabiliyorlar. Filler de büyük ağırlıklar kaldırabiliyorlar. Hatta o ağaçları bile sökebiliyor. Daha sonradan da şey hani bukalemunun dilleriyle işte bir şeylerin yapışmasını sağlıyor ya dillerini uzattıkları gibi mıknatısla o gelmişti. En son çizimde ben böyle güneşle ayçiçeği, güneş nereye giderse o da oraya dönüyor ya elektronik arabalarda da mıknatıslı şeyler var. Mıknatıs nereye giderse araba onu takip ediyor, onu çizdim.

Sinektiğe dayalı benzerlikler dışında öğrencilerden Özgür gemi motorlarına yerleştirilen mıknatıslar sayesinde manyetik etki kullanılarak pervanelerin daha doğal bir sistemle döndürülebileceğinden bahsederken; Ebru oklu kirpilerin düşmanlarına karşı kendilerini savunma stratejilerinden yararlanarak hırsızları etkisiz hale getirebilecek bir güvenlik sistemi geliştirilebileceğini dile getirmiştir. Elif, dronlara eklenecek mıknatıslar sayesinde uçuş mesafelerinin artırılmasına yönelik fikirler üretirken; Afra uçan sincapların süzölmeye yarayan ve katlanabilen kanatlarından ilham alarak katlanıp küçülebilir mıknatıslı bir poşet geliştirilebileceğini ifade etmiştir. Batuhan ise mıknatıslar ve manyetik etkiden yararlanarak uçan araba, penguenlerin soğuğa karşı bir araya toplanma stratejilerinden penguen mont, ayçiçeklerinin güneşe yönelme hareketlerinden

hırsız takip kamerası ve yalıçapkını gagasından balıkları ürkütüp kaçırmayacak bir olta ucu yapımı gibi farklı fikirlerin aklına geldiğini belirtmiştir.

Mıknatıslardan yararlanarak dronların uçuş mesafesinin artırılabilceğı fikrini dile getiren Elif bu düşüncesini şu sözlerle aktarmıştır:

Elif: Şu anda aklıma bir fikir geldi. Dronelar oluyor ya. Droneları evden bir yere kadar kontrol edebiliyorsun ondan sonra şeyi kesiliyor ama mesela bir tane pervane takılır. Üstüne de mıknatıs yerleştirilir. Mıknatıslar birbirini iterek pervaneleri döndürebilir. Öyle olunca mesela bir yerden bir yere daha uzak yerlere gidebilir.

Afra ise uçan sincapların kanatlarından esinlenerek aklına gelen katlanabilir mıknatıslı poşet fikrini şu sözlerle dile getirmiştir:

Afra: Uçan sincaptan misal şu, nasıl desem işte kapanır, açılır, böyle katlanılabilir mıknatıslı bir icat yapılabilir. Böyle işte açılıyorlar ya sonra katlanıp minicik olabiliyorlar. Sonra pıt mıknatısla şey yapıyorsunuz cebinize koyuyorsunuz. Düşünün markete geldiniz poşetler çok mu pahalı? Hemen cebinizden çıkartıyorsunuz mıknatısı takıp açıyorsunuz, hemen dolduruyorsunuz.

7. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise öğrencilerin önceki derslerde olduğu gibi canlıları tasarım fikri olarak görmeye devam ettikleri ve yeni fikirler üretebildikleri görülmüştür. Örneğin öğrencilerden Özgür venüs sinekkapanından esinlenerek hamile, yaşlı ve hastalar için bir yardım kolu geliştirilebileceğini ifade ederken; Murat kaplumbağaların baş ve bacak hareketlerinden dükkanları hareket edebilir bir satış yeri geliştirilebileceğini dile getirmiştir. Duygu ise notilusun hareketinden rokete benzer bir deniz aracı ve bal karıncalarının besinlerini saklama yöntemlerinden bir besin depolama makinesi geliştirilebileceğini ifade ederken; Batuhan da notilusun iskelet yapısından can simidi, kollarından çok kollu vinç, yaralarının ses dalgalarıyla yönlerini bulma kabiliyetinden el feneri ve albatrosların süzölme kabiliyetinden süzölabilir bir drone pervanesi geliştirilebileceğini dile getirmiştir. Ebru ise ağaçkakanların kafa yapılarından dayanıklı bir çivi çakma aleti; Semih ise venüs sinekkapanının avlarını algılayıp kapanma hareketinden güvenli bir kapı geliştirilebileceğini dile getirmiştir.

Venüs sinekkapanından esinlenerek hamile, yaşlı ve hastalar için yardım kolu geliştirilebileceğini ifade eden Özgür, bu fikrini şu sözlerle açıklamıştır:

Özgür: Öğretmenim mesela yaşlı, hasta veya hamile, hamile kadın diyelim ona. Hani venüs sinekkapanı vardı ya avlarını algılayıp kapanabiliyordu. Ondan uzanabilen bir kol yaparsak hamile ve yaşlı kadınlar uzanamadıkları yerlere kolayca uzanabilirler. Özellikle hamile

kadınlar için hani onların karnı şey oluyor ya. Onlar için kolaylık sağlayabileceğini düşünüyorum.

Murat ise kaplumbağalardan esinlenerek düşündüğü satış yeri fikrini *“Mesela kaplumbağadan böyle satış yapılan güneşli havada dükkanları dışarı açılan yağmur yağdığı, kar yağdığı zaman da içeri girip içinde satış yapılan bir şey olabilir.”* sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan ise notiluslardan ilham alarak düşündüğü can simidi fikrini şu sözlerle dile getirmiştir:

Batuhan: Bu sefer notilusları ben can simidi için kullanacağım. Hani normal simitler patlayabilir ya denizde böyle sivri sivri şeyler var ama onun yerine odacıkları olunca tek bir yer gidecek. Simidin tamamı sönmeyecek. Biri patladı mı hemen böyle suyun dibine batmayacağız. Zaten onunla hemen kurtulursun odacıklı oldu mu hemen böyle inmeyecek pıss diye.

Yarasaların ses dalgalarıyla engelleri algılamalarından esinlendiği el feneri fikrini ise *“Yarasanın şey ses dalgalarından el feneri yapacağım. Şimdi çok karanlık alanda bir iş yapman gerekiyor ya böylece fenerin bozulduysa arkada bir tane de ses şeyi var orası sayesinde yönünü bulabileceksin. Hani böyle korkmayacak burada ne var şurada ne var demeyeceksin”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de bu süreçte öğrencilerin yeni bağlantılar kurarak farklı fikirler üretebildiklerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Yani şu var kesinlikle çocukların daha çok yönlü düşünme ve bir şeylerin ortak yanını ve farklı yanını görebilme hep buna kanalize ediyoruz. Benzerlikleri farklılıkları nelerdir ya da işte ben bu işin içinden çıkarken bunu neye benzetirim, neyden yararlanabilirim noktasında onların yaratıcılıklarını geliştirdiğini düşünüyorum. Bakış açıları değişiyor bu kesinlikle ötelenemez bir gerçek ve bunu net olarak ürün oluşturma sürecinde göreceğiz bence. Çünkü öğrencilere hem farklı canlıların özelliklerini tanıtıyoruz hem de bunun mühendislikle başka şeylere varabileceğini, tasarımlar ortaya çıkacağını söylüyoruz. Artık çocuklar doğadaki bütün canlılardan ilham alarak Allah bilir neler üretecekler, hani o kadar farklı düşündüklerini düşünüyorum. Hani bir karıncaya baktığında bile artık “aa bu yürüyen bir motor olabilir” falan diye baktıklarını düşünüyorum, öyle bakıyorlar çünkü artık

Yapılan 7 haftalık ders süreciyle birlikte öğrencilerin çevrelerindeki canlıları birer tasarım fikri olarak görmeye başladıkları ve orta ve başarılı düzeydeki öğrencilerin yanı sıra düşük başarı sergileyen öğrencilerin de dersler ilerledikçe canlılar ve icatlar arasında ilişki kurarak yeni fikirler üretebildikleri görülmüştür.

4.2.1.3.2. Yaratıcı düşünme pratiği edinme

Öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen bir diğer beceri yaratıcı düşünme pratiğinin edinilmesi olmuştur. Bu amaçla geliştirilen 4., 5., 6. ve 7. ders planlarında kullanılan beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi, sinektik ve ölçüt geliştirme etkinliklerine öğrencilerin aktif katılım göstererek yaratıcı düşünme pratiği edinebildikleri ve bunu, kendilerinden beklenen etkinlik görevlerine yansıtabildikleri gözlemlenmiştir. Örneğin 4. derste yapılan beyin fırtınası etkinliğinde öğrencilerin kendilerine sunulan canlıdan yola çıkarak geliştirilmiş olabilecek icatlar hakkında çok sayıda fikir üretebildikleri, bu fikirleri benzerliklerine göre sınıflandırabildikleri ve son adımda en beğendikleri fikirler üzerine tartışabildikleri görülmüştür. Öğrencilerin üretilen fikirleri sınıflandırma süreçlerine ilişkin derste geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Buket Öğretmen: Şunu sormak istiyorum. Söylediğiniz fikirlerin hepsi burada yazıyor. Bunları kullanım alanlarına göre sınıflandıracaksınız şimdi. Örneğin altını çizdiğime bir bakın. Mesela yüzme paleti demiş arkadaşınız. Yüzme paletini bizler nerelerde kullanıyoruz?

Emre: Suda,

Cemre: Denizde

Buket Öğretmen: Evet suda, denizde yüzerken bu yüzme paletlerini kullanıyoruz. Başka suda kullandığımız şeyler var mı tahtada gördüğünüz?

Semih: Kürek

Sedef: Olta

Ahmet: Balık ağı

Eray: Deniz bisikleti

Yaren: Su geçirmez kumaş olur mu?

Araştırmacı: Olur, mesela dalgıç kıyafetleri su geçirmiyor bildiğim kadarıyla

Buket Öğretmen: Evet onu da buraya yazabiliriz. ... O zaman bunlara su sporları ve denizcilik diyebilir miyiz? Başka görüyor musunuz buraya girebilecek? Sanırım yok. Peki ben bir tanesini daha çizeceğim. Çay süzgeci. Bunu nerelerde kullanıyoruz daha çok?

Öğrenciler: Mutfakta, evlerde

Alper: Buldum öğretmeniiiiim, mutfak eşyaları. Pasta fırçası

Elif: Ya ben söyleyecektim

Derya: Meyve kesesi

Buket Öğretmen: Kullanım alanını kendileri buldular, başka?

Hakan: Chopstick

Melike: Meyve filesi

Aslı: Spatula...

Dersten sonra yapılan görüşmelerde sınıf öğretmeni kullanılan teknik sayesinde öğrencilerin kendilerine sorulan sorulara yeni bakış açılarıyla beklediğinden daha farklı cevaplar verebildiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Özellikle o beyin fırtınasında çocuklar yani tamamen ilk kaynaktan bilgi ürettiler kendileri o canlılara bakarak. Çok farklı, değişik fikirler çıktı. Bazısı kuyruğundan pasta fırçası olabilir dedi, bazısı yelpaze dedi, bazısı çay budama aleti dedi, bazısı helikopter dedi. Yani her bir yapısını ayrı ayrı düşündüler. Hani biz normalde çocukların vereceği cevaplara çok aşınayız bunu yani sizinle istişare yaparken de söylüyordum ama burada yeni bir perspektif geliştiriyor bana aslında çocuklar. Çünkü beni de aşıyorlar. Hani benim onlar bunu der diyorum ama benimkinden farklı fikirler de çıkarabiliyorlar. Bakış açılarının daha farklı olduğunu görüyorum. Onları bu anlamda tanıyorum, daha iyi tanımaya başlıyorum.

Öğrencilerin kendilerine sunulan canlılar ile icatlar arasında bağ kurabilmeleri için analogilerle öğretim stratejisinin kullanıldığı 5. derste ise uçan sincaplarla kanatlı atlayış tulumları arasında benzerlik kurabildikleri, farklılıkları ayırt edebildikleri, kendilerini bir mühendis gibi hayal ederek uçan sincaplardan ilham alınan tasarım prensibini resmedebildikleri ve kendi ekledikleri özelliklerle tasarım prensibini zenginleştirebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin tasarım prensibini tartışma ve resmetme süreçlerine ilişkin derste geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Peki sizce mühendisler bu uçan sincaptan esinlenerek bu Wing Suit tulumunu geliştirdiler yani bu hayvanın hangi özelliğinden en çok hangi yapısından faydalandılar?

İlkin: Kanatla süzülme

Öğrenciler: Derileri

Sedef: Derilerinin yapısı

Hale: Şekli

Ezgi: Ön ve arka bacaklarını açma...

Özgür: Yüzey alanını genişletme

Öğretmen: Vücudunun yüzey alanı artırımlarından yararlanmışlar. Havayı derinin altında toplayıp itme kuvveti ile yavaşlatıcı etkisine sahip olmasından yararlanmışlar. ... Şimdi sizden bu özellikleri yani uçan sincaplardaki tasarım prensibini kendinizi bir mühendis gibi hayal ederek çizimle anlatmanızı istiyorum. Siz kendiniz bir mühendissiniz ve bunu henüz icat etmeden önce nasıl bir şey çizerdiniz? Bunu hayal etmenizi istiyorum tamam mı? ...

Öğrenciler: Tamam

Meriç: Öğretmenim yeni farklı bir şey de çizebilir miyiz tulumu?

Öğretmen: İsteddiğini çizebilirsin, aklına ne geliyorsa.

Tuğra: Öğretmenim kötü olursa

Öğretmen: Bir şey olmaz, çizebildiğiniz anlatabildiğiniz kadar resimle. ...

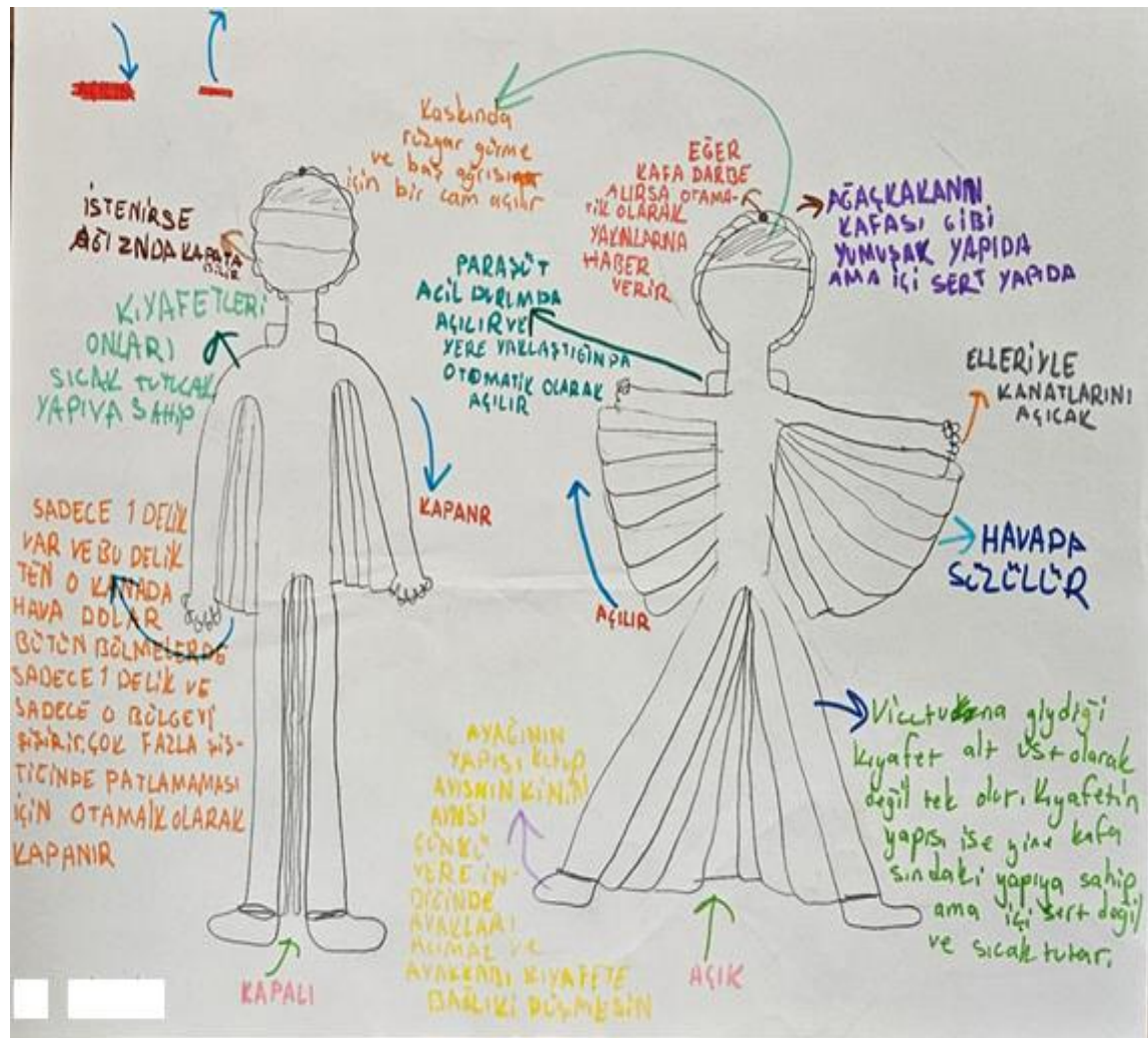
Hale: ... Öğretmenim ben çizdim

Duygu: Öğretmenim arkasına da çizdim

Öğrencilerden Elif resmettiği çizimde bahsedilen tasarım prensiplerinin yanı sıra kanatlı atlayış tulumlarına; olası sert darbelere karşı ağaçkakanlardan esinlendiği kask yapısı, çevreye haber vermek için sinyal bildirimi, rüzgâra karşı koruma, acil durumlarda ve yere yaklaşıldığında otomatik açılan paraşüt, kıyafeti sıcak tutma, rüzgâra karşı başı koruma, sert inişlere karşı ayağı koruma gibi özellikler de eklemiştir. Bu özellikleri ise Görsel 4.12’de yer alan çizim kağıdına şu şekilde yansıtmıştır:

Görsel 4.12.

Elif'in Resmettiği Tasarım Prensibi



Semih ise resmettiği çizimde tulumla süzülürken rüzgâra karşı dengenin sağlanabilmesi için hava dengeleyici ve altındaki engellerin algılanabilmesi için yükseklik sensörü gibi özellikler eklemiştir. Bu özellikleri Görsel 4.13'te yer alan çizimine şu şekilde yansıtmıştır:

Görsel 4.13.

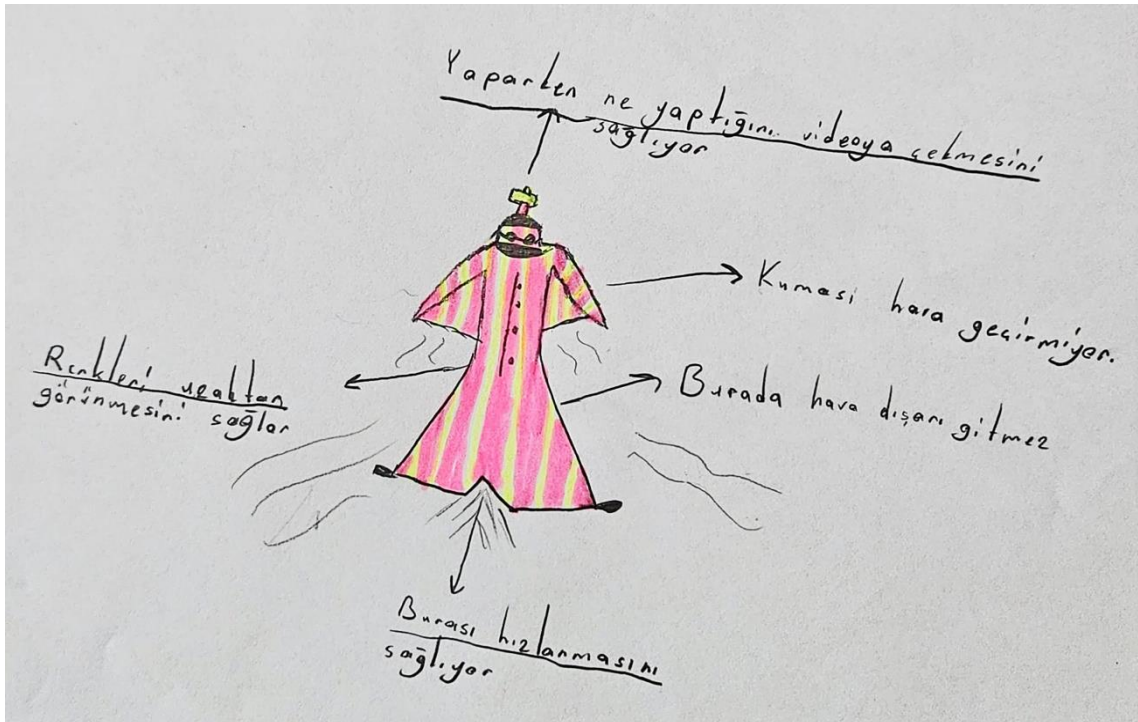
Semih'in Resmettiği Tasarım Prensibi



Ebru da kaska eklenen kamera sayesinde video kaydı alma ve uzaktan fark edilebilmek için canlı renkler kullanma gibi eklediği özellikleri Görsel 4.14'te şu şekilde resmetmiştir.

Görsel 4.14.

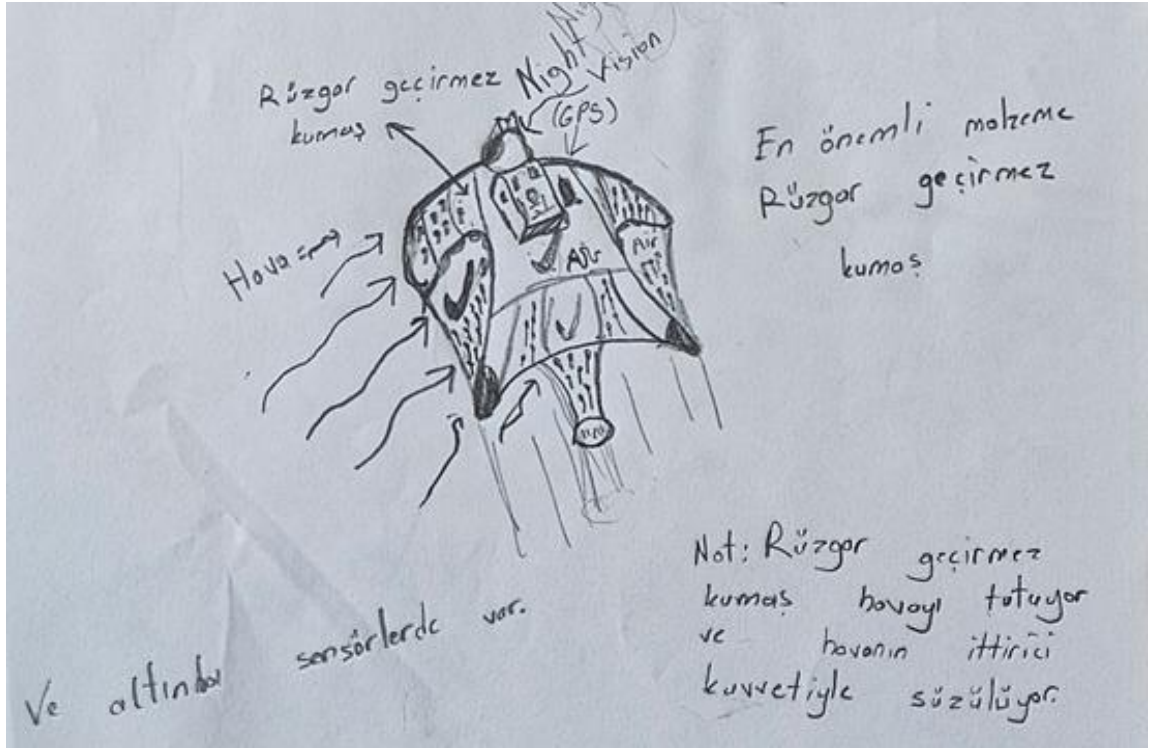
Ebru'nun Resmettiği Tasarım Prensibi



Özgür ise kanatlı atlayış tulumuna gece görüşü ve sensör gibi yeni özellikler ekleyerek bu özellikleri işlenilen derste “Öğretmenim burada öncelikle kanat açıklığını biraz daha yükselttim ve rüzgâr geçirmez kumaştan yaptım onları. Şöyle rüzgâr geçirmez kumaş havayı tutuyor ve havanın ittirici kuvvetiyle süzülüyor. Orada da mesela buraya GPS koydum ki onu dinlesinler diye. Altındaki engelleri algılayan sensörler ve gece görüşü ekledim. Ve en önemli madde rüzgâr geçirmez şey ve havanın itme kuvvetini kullanıyor ve böyle süzülüyor.” sözleriyle açıklamıştır. Açıkladığı özellikleri ise Görsel 4.15’te şu şekilde resmetmiştir:

Görsel 4.15.

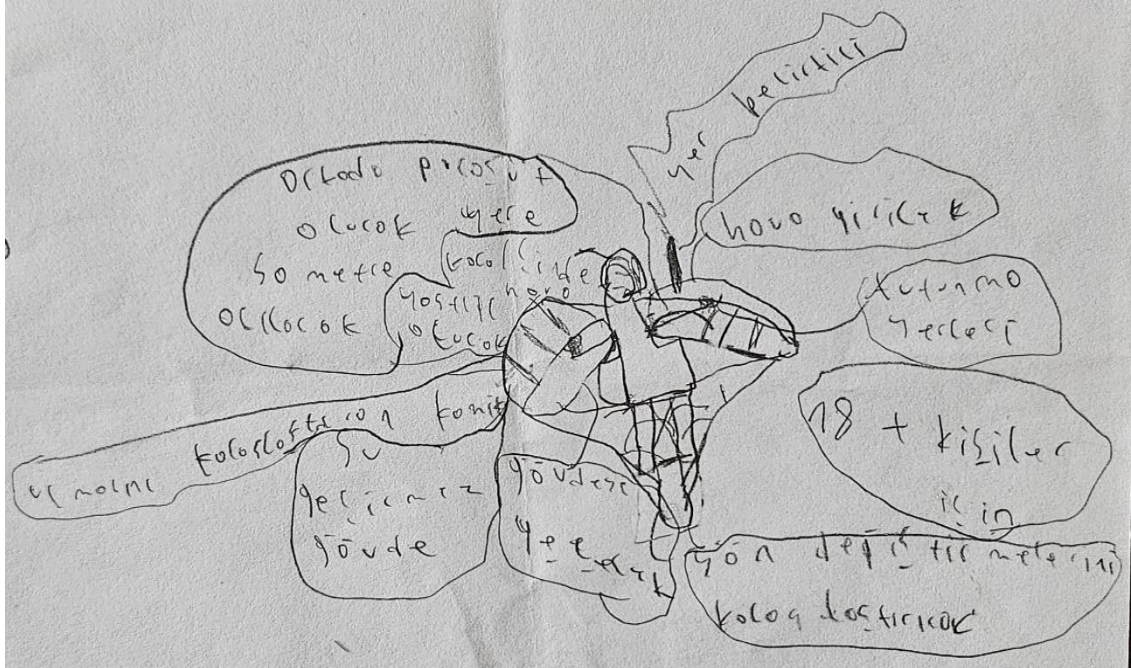
Özgür’ün Resmettiği Tasarım Prensibi



Murat ise tulumuna eklediği su geçirmez gövde, süzülmeyi kolaylaştırıcı hava aralıkları, nerede bulunduğunu bildiren yer belirteci, düşme halinde şişen koruyucu hava yastığı, kaybolmaya karşı duman takibi gibi özellikleri “Denize falan girerse ben su geçirmez gövde yaptım, ondan sonra 50 metre kala paraşüt açılacak, uçmasını kolaylaştıracak hava aralıkları yaptım, o yüzden hafif. Kaybolduğu zaman duman çıkacak o dumanını takip edeceğiz. Yer belirteci nerede olduğunu gösterecek. Düştüğünde hava yastığı açılacak. Kuyruğu da yön değiştirmelerini kolaylaştıracak.” sözleriyle açıklamıştır. Bu özellikleri ise Görsel 4.16’da yer alan çizim kağıdına şu şekilde resmetmiştir:

Görsel 4.16.

Murat'ın Resmettiği Tasarım Prensibi



Öğrencilerin sinektik tekniği ile canlılar ve icatlar arasında ilişki kurmalarının hedeflendiği 6. derste ise posta güvercinleri ile kendileri arasında kişisel analogi kurabildikleri, posta güvercinleri ile gemiciler arasında kurulan doğal analogilerdeki benzerlik ve farklılıkları açıklayabildikleri ve canlılar ile mıknaşın günlük kullanım alanları arasında kendi doğrudan analogilerini oluşturabildikleri görülmüştür. Öğrencilerin posta güvercinleri ile kendileri arasında kurdukları kişisel analogileri ve gemiciler ile posta güvercinleri arasında kurulan doğal analogideki benzerlikleri açıklama sürecine ilişkin derste geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: ... Peki damağınızın içinde de olduğunu düşünün. Nasıl hissederdiniz kendinizi?

Ahmet: Çok kötü...

Meriç: ... Öğretmenim çok garip hissederdim hemen algıladım çekildiğimi.

Pars: Öğretmenim hiç böyle mıknaşın olmadığı yerlere giderdim. Mesela telefonları falan video falan izleyemezdim.

Öğretmen: Sürekli mıknaş olan bir yer seni ne yapardı?

Öğrenciler: Çekerdi

Öğretmen: Peki dünyanın manyetik alanı olmasaydı ne yapardınız, nasıl hissederdiniz?

Özgür: Öğretmenim savaşta önemli bilgileri iletemezdim. Bu yüzden savaş kaybedilebilirdi.

Eray: Yönümü bulamazdım o zaman haberi iletemezdim ya da düşmana götürürdüm yanlışlıkla. Düşman da yenerdi.

Pars: Savaşta beni kullanmazlardı, diğer kuşlar gibi olurdum...

Öğretmen: ... Peki şimdi biz hep dedik ki yönünü bulmak için faydalanan mesleklerden birisi de gemiciler. Gemiciler yönünü bulurken pusula kullanıyor değil mi? Sizce gagasında mıknatıs kristalleri bulunan posta güvercinleri ile gemicilerin benzer özellikleri var mıdır?

Pars: Öğretmenim ikisi de yön buluyor.

Öğretmen: İkisi de yönünü bulmak için mıknatıstan yararlanıyor, evet.

Sedef: Öğretmenim ben de onu diyecektim ikisi de mıknatıstan yararlanıyor ama posta güvercinlerinin doğal yolla mıknatısı var.

Öğretmen: Ha posta güvercininin içinde gagasında doğal bir mıknatıs var. Oysa ki pusulaların içerisinde yapay insan eliyle bir mıknatıs var.

Ahmet: İkisi de bir şey götürmeye yarıyor. İkisi de bir şey mesela gemi yolcu götürüyor. Posta güvercini de haber götürüyor.

Özgür: Öğretmenim ikisi de yönünü dünyanın manyetik alanından buluyor.

Duygu: İkisi de savaşta kullanılmış

Hakan: Gemiciler de eğitim alıyor yön bulmak için güvercinler de uçmak için eğitiliyorlar.

Elif: Öğretmenim güvercinlerin kanatları varken gemicilerin ise yelkenleri var

Öğretmen: Yelkenleri var o farklılığa giriyor. O zaman şunu da söyleyeyim Ondan sonra farklılıklara gireyim...

Sinektiğin doğal analogi kurma adımımdan sonra öğrencilerin seçtikleri canlılar ile mıknatısın farklı kullanım alanları arasında kendi doğrudan analogilerini oluşturarak benzerlik ve farklılıkları açıklayabildikleri görülmüştür. Buna yönelik derste geçen konuşmaların bir bölümü ise şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Komik, enteresan benzetmeler var biraz. Şey mesela kargalara benzetmiş hoparlörü. Bir tane de ayçiçeği örneği var. Ayçiçeğin güneşe bakıyor ya yönü. Güneşi mıknatısmış gibi düşündüm dedi. Ona benzettim kuzeye yönelmesini dedi. Yani yöntemi anlamışlar ayçiçeği yapmış. ...

Pars: Öğretmenim bilgisayarın kasasında var mı mıknatıs?

Öğretmen: Ha var olur. Aa Gözde Hocam bak bu da güzel. Bu da şeyi çizmiş venüs sinekkapanını çizmiş mıknatıs çantayı kapatırken. Vuuhuh çok iyi

Tuğra: Mete bak müthiş bir şey çizdim.

Emre: Sen ne örnek verdin benzerliğe?

Eray: Ayçiçeği, pusula. Çok sıcak güneşe yöneliyor, diğeri sürekli kuzeye yöneliyor...

Öğretmen: Buğra diyor ki Gözde Öğretmenim, bu mesela ıstakozun kısıkaçlarını mıknatıslı mandallara benzettim

Araştırmacı: Harika ya aferin sana...

Öğrencilerden Elif venüs sinekkapanı ile mıknatıslı çanta kilidi arasında kurduğu doğrudan analogiyi Görsel 4.17’de yer alan çizim kâğıdına şu şekilde yansıtmıştır:

Görsel 4.17.

Elif'in Kurduğu Doğrudan Analoji

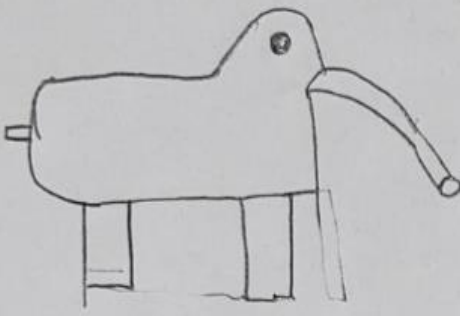
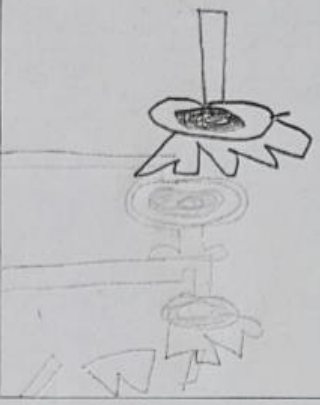
Çalışma Kağıdı	
Seçtiğiniz Canlı	Mıknatısın Seçtiğiniz Kullanım Alanı
Venüs sinek kapağı 	Çantayı kapatırken 
1. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki benzerlikler nelerdir? İkisinde kapanıyor..... İçine birşey girdiğinde kapatılıyor..... İkisinde kapıtmak için yer var..... İkisinde temas gerektirmeyen kuvvet gerektiriyor.....	
2. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki farklılıklar nelerdir? Biri canlı x Biri cansız..... Biri kuvvetle kapanıyor x Biri içgüdüsel..... Birinin dişleri x birinin ise ipi kapatıyor.....	

Duygu ise fillerin hortumları sayesinde suyu çekebilmeleri ile hurda kaldırma vinçlerinin eşyaları çekebilmeleri arasında kurduğu analojiyi Görsel 4.18’de şöyle açıklamıştır:

Görsel 4.18.

Duygu’nun Kurduğu Doğrudan Analoji

Çalışma Kağıdı

Seçtiğiniz Canlı	Mıknatısın Seçtiğiniz Kullanım Alanı
fil 	Hurdalıkteki eşyaları kaldırma 

1. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki benzerlikler nelerdir?

Seçtiğim canlı suyu hortumuyla kaldırıyor. mıknatısın seçtiğim kullanım alanı ise hurdalıkteki eşyaları kaldırma da kullanılıyor. İkisi de bir şeyleri taşıyabiliyorlar.

2. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki farklılıklar nelerdir?

Seçtiğim canlı hortumuyla su çekerken mıknatısın seçtiğim kullanım alanı ise hurdalıkteki eşyaları kaldırma da kullanılıyor. Biri içgüdüsel olarak çeker diğeri ise mıknatıs yardımı ile hurdalıkları kaldırıyor.

Batuhan da mıknatısları karıncayıyenlere benzeterek aralarında kurduğu benzerlik ve farklılıkları Görsel 4.19'da şu şekilde yansıtmıştır:

Görsel 4.19.

Batuhan'ın Kurduğu Doğrudan Analoji

Çalışma Kağıdı	
Seçtiğiniz Canlı	Mıknatısın Seçtiğiniz Kullanım Alanı
KARINCAYİYEN 	Çekme 
1. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki benzerlikler nelerdir? İkisinde +masız kuvvet uygulanıyor, ikisinde birşeyleri bir arada topluyor. ikisinde de içindeki şeyleri çekiyor.	
2. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki farklılıklar nelerdir? Biri canlı biri cansız, biri kontrollü biri kontrolsüz, biri canlı çekiyor diğ. cansız.	

Afra ise çalışma kağıdında ayçiçeklerinin yönelme hareketleri ile mıknatıslı arabalar arasında kurduğu analogiyi Görsel 4.20’de şu şekilde açıklamıştır.

Görsel 4.20.

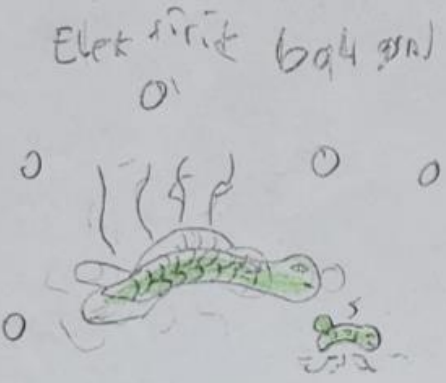
Afra’nın Kurduğu Doğrudan Analoji

Çalışma Kağıdı	
Seçtiğiniz Canlı	Mıknatısın Seçtiğiniz Kullanım Alanı
Ay çiçeği 	
1. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki benzerlikler nelerdir? İkisinde de onu yöneten bir şey var. İkisinde de birini takip ediyor.	
2. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki farklılıklar nelerdir? Birisinde mıknatıs olduğu için. Biri canlı biri cansız.	

Aysu da elektrik balıklarının yaydığı titreşimi, içinde mıknatısların kullanıldığı mikrofona benzeterek kurduğu analogideki benzerlik ve farklılığı Görsel 4.21’de şöyle açıklamıştır:

Görsel 4.21.

Aysu’nun Kurduğu Doğrudan Analoji

Seçtiğiniz Canlı	Mıknatısın Seçtiğiniz Kullanım Alanı
	
1. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki benzerlikler nelerdir? İkisi emiklatıslar sayılır ve ikisinde de ses m. yayar.	
2. Seçtiğiniz canlı ile mıknatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki farklılıklar nelerdir? Bir canlı diğeri değil bir suda b. olur diğeri değil.	

Ebru ise tavuğun gagalama hareketini kapı ziline mıknaatıs sayesinde hareket eden tokmağı ve çanı arasındaki harekete benzeterek kurduğu analogiyi Görsel 4.22’de şöyle yansıtmıştır:

Görsel 4.22.

Ebru’nun Kurduğu Doğrudan Analogi

Çalışma Kağıdı	
Seçtiğiniz Canlı	Mıknaatısın Seçtiğiniz Kullanım Alanı
Tavuk 	Zil 
1. Seçtiğiniz canlı ile mıknaatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki benzerlikler nelerdir? İkisi de..... birli..... hareket eder..... Saati..... tavukta..... zil..... gibi..... jende..... bir..... mıknaatıs..... var..... gibi..... gagalar.....	
2. Seçtiğiniz canlı ile mıknaatısın seçtiğiniz kullanım alanı arasındaki farklılıklar nelerdir? Canlı..... can..... s. i. s..... Ses..... çıkarır..... çıkarır..... Biri..... mıknaatıs..... diğeri..... değil.....	

Sınıf öğretmeni ise 6. dersten sonra yapılan görüşmelerde uygulanan etkinliğin öğrencileri farklı düşünmeye yönlendirdiğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Farklı sorular geldi biz posta güvercinlerini sorarken. Elif’in söylediği ilk dikkatimi çekmişti "Ameliyat edip içine mıknaatıs mı yerleştiriyorlar acaba?" diye. İlk mesela

onlarda da olabileceği fikri canlandı çocuklarda. Arkasından Özgür çok güzel bir cevap verdi, "manyetik bir alan var, ondan dolayı çekiyor onu kendine doğru" dedi. Hani onu da Özgür yakaladı. Ben mıknatıs tanecikleri olduğunu, kristalleri olduğunu söyledikten sonra da yani çocuklar çok güzel birbirlerinin üstüne bağlantı kurarak cevap verebildiler aslında.

Öğrencilerin kendilerine verilen ürünü doğanın prensiplerine göre değerlendirdikleri 7. derste ise grupça tartışarak var olan kriterlerin dışında kendi kriterlerini oluşturabildikleri görülmüştür. Öğrencilerin ekledikleri kriterleri paylaşma sürecine ilişkin derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Evet 3 kriter ne eklediniz siz?

Sedef: Ürün canlıları ürkütüyor mu?

Öğretmen: “Ürün canlıları ürkütüyor mu?”

Sedef: “Evet” çünkü yapısal olarak çok büyük ve ürkütücü geliyor hayvanlara. Doğaya uyum sağlamakla ilgili biraz.

Öğretmen: Evet doğaya uyum sağlamakla alakalı

Sedef: “Ürün ekonomik mi?” “Evet”, ekonomik yapıda su kullanılıyor çünkü. Kullandığımız su doğal, kullandığımız hava doğal olunca bu da ekonomik oluyor.

Öğretmen: Ekonomiklik var diyorsun

Sedef: “Ürün konforlu mu?” O bilgi yazmamış, o yüzden biz dinlenme odası ekledik ve erzak koyabileceğimiz bir yerin olmasını istedik. Çünkü uzun süre erzaklarımızı saklayıp daha uzun süre yol alabiliriz...

Sınıf öğretmeni de derste yapılan şirket etkinliğine değinerek öğrencilerin farklı fikirler üretebildiklerini ve yeni bağlantılar kurabildiklerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Tamamen düz bilgi vermek yerine yani şeyi soruyoruz hep böyle zaten ön bilgilerini harekete geçirecek, düşünmelerini sağlayacak sorularla başlıyoruz ya zaten yaratıcı düşünceler gelişiyor. O deneydeki tahmin kısımları da yaratıcı düşüncüyü geliştiriyor. Akabinde zaten yaptığımız şirket etkinliği yine yaratıcılıkla ilgili. Çünkü üç maddeyi tamamen özgün bir şekilde kendileri üretti. Hani var olan prensiplere ek olarak. Bu tamamen yaratıcılık değil de ne ki? İki saatte zaten tamamen bilgi edindirme ve deney kısmıyla geçmesine rağmen son safhadaki o iletişim becerisi, kendilerini ifade etmeleri, grup tartışması yapmaları ve oradan özgün fikirler çıkarmaları. Özgün üç tane kendilerince çıkardıkları şey bence çok kıymetliydi. Yani çocuklar bence bu olayı aştıklarını gösterdiler. Zaten o gün ispatladılar diye düşünüyorum

4.2.1.3.3. Ürün tasarlama/ geliştirme

Öğrencilerin yapılan derslerle birlikte canlıları tasarım fikri olarak görmeleri ve yaratıcı düşünme pratiği edinmelerinin ardından hedeflenen bir diğer beceri ürün tasarlama ve geliştirme sürecine girebilmeleri olmuştur. Bu amaçla yürütülen tasarım haftalarında

öğrencilerin sınıf içi gruplamalarla birlikte *canlılardan tasarım fikri üretebildikleri, problem belirleyip çözüm geliştirebildikleri ve geliştirdikleri çözümü ürüne/ tasarıma dönüştürebildikleri* görülmüştür. Bu süreçte kırk kişiden oluşan sınıf mevcudu 5'er ve 6'şar kişilik 7 gruba ayrılmış; süreç sonunda ortaya konulan fikirlerden 17'si ürüne dönüştürülmüştür. Ürüne dönüştürülecek fikirlerin belirlenmesinde ihtiyaç duyulan materyallerin temin edilebilirliği, yaş düzeyine uygunluğu ve sınıf ortamında kullanılabilirliği etkili olmuştur. Gruplar ise sınıf içi akademik başarı düzeyi ve arkadaşlık ilişkileri gözetilerek araştırmacı ve öğretmen tarafından düşük, orta ve başarılı düzeydeki öğrencilerin her grupta benzer dağılım gösterebileceği heterojen bir yapıda oluşturulmuştur. Oluşturulan gruplar tarafından tasarım sürecinde ilham alınan canlı, özelliği, çözülmesi hedeflenen problem durumu ve ortaya konulan tasarımlara ilişkin genel bilgiler Tablo 4.12'de yer almaktadır.

Tablo 4.12.

Öğrencilerin tasarımlarında ilham aldıkları canlılar, özellikleri, problem durumları ve ürün bilgileri

Grup Adı	İlham Alınan Canlı	Özellik	Problem Durumu	Ürün/ Tasarım	Fonksiyon
1. Grup	Bukalemun	Gözlerini birbirinden ayrı hareket ettirerek aynı anda farklı noktaları görebilme	Uzaktaki farklı noktaları aynı anda görebilme	Bukalemun Dürbün	Farklı yönlere dönebilen çift başlığı sayesinde aynı anda farklı yönlerin görülebilmesini sağlar.
	Sivrisinek	İğnemi hortumunun içinde hareket eden 6 mikro iğne ile deride titreşim oluşturma ve tükürükle deriyi uyuşturarak acı oluşturmama	İğneden korkan çocukları ürkütmeme ve canlarını yakmadan enjeksiyon yapabilme	Can Yakmayan İğne	Şırınga, ucundaki 6 farklı mikro iğne titreşim hareketiyle deriye girer ve enjekte edilen sıvı uyuşmaya yardımcı olur.
	Ventüs Sinekkapanı	Yaprağının üzerindeki kıllara 2 kere dokunulduğunda avını yakalama	Bahçede bakılan kediyi köpek saldırısından koruma	Hassas Kedi Yuvası	Girişindeki baskül sayesinde belirli bir kilodan fazla olan canlıyı algılar. Girmeye çalışan canlıya sersemletici bir sıvı püskürtür ve etkisiz hale getirir.
	Boynuzlu Kertenkele	Tehlike anında gözünden kan fişkırtma			
2. Grup	Aksolotl	Uzuvlarını kaybettiğinde kendini yenileyebilme, kalp, beyin gibi organlarının bir kısmı yok olduğunda eksilen bölgeyi tamamlayabilme	Kaza anında arabanın hasar gören parçasını olay yerinde onarak kullanmaya devam etme	Kendini Yenileyebilen Araba	Kaza durumunda hasar gören parça kodu sensörle 3D sistemine iletilir, ilgili parça olay yerinde yeniden üretilerek araç kullanılmaya devam edilir.
	Bukalemun	Uzun, hareketli ve yapışkan dilini hızlıca uzatarak avını kolayca yakalama	Yere düşen iğne, çivi gibi metalleri kolayca toplama	Metal Toplayıcı	Uzayıp kısalabilen gövde ucundaki mıknatıslı yüzey sayesinde sanayi, atölye gibi yerlerde düşen metaller kolayca toplanır.
3. Grup	Yarasa	Önündeki nesnenin yönünü, hızını, şeklini ve mesafesini yaydığı ses dalgalarının yansımalarıyla tespit etme	Karanlıkta yürürken veya çalışırken ışıksız kalındığında yön bulma	Ultrasonik El Feneri	El fenerindeki ampul bozulsa bile ultrasonik sistem devreye girerek kullanıcıya ses ve titreşimle engeller hakkında bilgi verir.
	Notilus	Helezon şekilli iskeletindeki odacıklara okyanustan su doldurup derine inme, hava doldurup yüzeye çıkma	Deniz simidi delindiğinde bile yüzeyde kalma	Notilus Deniz Simidi	Deniz simidi odacık şeklinde yan yana bölmelerden oluşur. Simidin bir bölümü delinse bile diğer bölmelerdeki hava yüzeyde kalmayı sağlar.
	Kutup Ayısı	Siyah renkli deri ile daha fazla UV ışığı absorbe etme, içi boş şeffaf kıl yapısı ile havayı boşluklarda hapsetme	Az malzemeye sıcak tutan ve boya kullanılmadan renk	Boyasız Termal Kumaş	Üç katmandan oluşur. Alt katmanı siyah, orta katmanı boşluklu ve şeffaf, üst katmanı ise optik lif yapısındadır. Güneşten gelen ışık en

[Tablo 4.12. (Devam) Öğrencilerin tasarımlarında ilham aldıkları canlılar, özellikleri, problem durumları ve ürün bilgileri]

	Morfo Kelebek	Şeffaf olmasına rağmen mavi dalga boyunu yansıtarak renkli görünme	değiştiren termal kumaş üretme		alt katmana iletilir, boşluklu yapı sayesinde ısı yalıtımı sağlanır ve boya kullanılmadan güneş ışığında renkli görünür.
4. Grup	Ahtapot	Kollarında bulunan vantuzlar sayesinde besinlerin tadını alma	Tatmaya gerek kalmadan besinlerin tadını öğrenebilme	Tat Algılayıcı	Alışveriş sırasında cihaz besinlerin üzerine tutulur, tadını algılayarak üzerindeki ışıklar sayesinde kullanıcıya bilgi verir.
	Boynuzlu Kertenkele	Tehlike anında gözünden kan fışkırtma	Eve giren hırsız etkisiz hale getirme	Hırsız Yakalayıcı	Hırsız, kasanın önüne geldiğinde zemine gizlenen pompaya ağırlığı nedeniyle basınç uygular, içindeki sersemletici madde fışkırır. Zemin yapışkan olduğu için hırsız kaçamaz ve ev sahibi zarar görmeden polise haber verir.
	Ahtapot	Vantuzlarıyla kayalara tutunma			
	İmparator Penguen	Vücut sıcaklıklarını koruyabilmek için bir araya toplanarak hareket etme	Binalar için mevsime duyarlı ısı yalıtımı sağlama	Isı Yalıtım Sistemi	Duvarlar arasında hareket eden bir sistemle kışın sıkışarak daha kalın bir katman yazın ise açılarak daha ince bir katman oluşur.
5. Grup	Kaplumbağa	Tehlike anında başını ve uzuvlarını kabuğuna çekip sonrasında çıkarabilme	Hava durumuna göre binaları genişletip daraltabilme	Açılır Kapanır AVM	Güneşli havalarda AVM'deki dükkanlar dışarı açılarak bina genişler, müşteriler açık havada da vakit geçirebilir. İçeride oluşan boşluk ise daha geniş bir alanın kullanılabilmesine ve daha çok müşterinin gelmesine olanak sağlar.
	Köstebek	Pençeleriyle toprağı kazma	Kazma işinde kolaylık sağlama, karanlıkta da çalışabilme	Gece İş Eldiveni	Pençemsi uçları ile el tırmağı gibi araçlara ihtiyaç duymadan toprağı kazar, yaydığı ışıkla karanlıkta da çalışmaya olanak tanır.
	Fener Balığı	Avını kendine çekmek için başının üstünden ışık yayma			
6. Grup	Balon Balığı	Tehlike anında şişerek düşmanları tarafından ısırılmalarını zorlaştırma	Düşme ve çarpmalara karşı başı ve vücudu koruma	Bebek Koruyucu Bant	Düşme anında sarsıntıyla birlikte şişerek bebeklerin başlarını, dizlerini ve dirseklerini çarpmalardan korur.
7. Grup	Kanguru	Yavruyu kese içinde bakıp besleme	Eşya taşıırken elleri serbestçe kullanma	Kanguru Tişört	İş veya alışveriş yapan kişi elleri serbest kalacağı için alışveriş sırasında ellerini rahatça kullanır
	Bukalemun	Renk değiştirerek kamufle olma	Belgesel çekerken hayvanlar tarafından fark edilmeme	Bukalemun Tişört	Doğaya girdiğinde üzerindeki aynalar sayesinde doğadaki renk ve görüntüleri yansıtır
	Venüs Sinekkapanı	Avını algıladıktan sonra kapana sıkıştırma ve kaçmasını engelleme	Hamile, yaşlı ve yatalak hastaların ihtiyaçlarına ulaşımını kolaylaştırma	Yardım Kolu	Uzanabilir gövdesi ve açılıp kapanabilir uç kısmı ile eşyalar yakalanıp çekilebilir.

Öğrenciler tasarım aşamasına geçmeden önceki bir haftalık süreçte ders içinde veya dışında ilgilerini çeken canlıları araştırıp tasarım sürecinin ilk haftasında bu canlılardan geliştirebilecekleri tasarım fikirlerini grupça tartışmışlardır. En beğendikleri tasarım fikirlerine karar verirken sınıf öğretmeni ve araştırmacı da yaş düzeyi ve malzeme erişimi bakımından uygulanabilir fikirleri belirlemişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin araştırdıkları canlılardan yola çıkarak tasarım fikirleri üretebildikleri ve grupça en beğendikleri fikirlere karar verebildikleri görülmüştür. Örneğin 1. uygulama haftasında öğrencilerin araştırdıkları canlılardan yola çıkarak tasarım fikri üretmelerine ilişkin derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Evet önce Özgür anlatıyor. Grupça beğendiğiniz canlı hangisi oldu başka hangi canlıları tartıştınız?

Özgür: Şimdi ilk seçtiğimiz canlı kanguru oldu. Başka canlılardan ise bukalemunu tartıştık, yengeci tartıştık, örümceği tartıştık, venüs sinekkapanını tartıştık ve fili tartıştık.

Öğretmen: Peki nasıl bir tasarım geliştirmeyi düşünüyorsunuz kanguruyla alakalı?

Özgür: Kangurunun kesesinden aslında biraz esinlendik biz. Ondan sonra bir tişörte böyle bir tane geri dönüşüm poşeti, doğa dostu bir poşet koyacağız. Bunu silikonlayacağız ve kanguru kesesi görevi görecek...

Öğretmen: ... Peki diğer seçtiğiniz canlı hangisiydi?

Özgür: Diğer seçtiğimiz canlı venüs sinekkapanı oldu. Ondan da hamile, yaşlı ve yatalak hastalar için uzanabilir bir kol yapmayı düşünüyoruz. Venüs sinekkapanının yaprakları gibi eşyaya dokunduğunda kapanacak ve hastalar veya yaşlılar yerinden kalkmadan istedikleri eşyayı alabilecek...

Öğretmen: ... Evet Alper geliyor. Alper'in grubu ne yapıyor? Tam son teknoloji. 2023'e yaklaşan patentini alacağımız bir ürün tasarlamak istiyor.

Alper: Arkadaşlar bizim araştırdığımız hayvan çok bilinen bir hayvan değil çünkü nesli tükenmek üzere olan bir hayvan, aksotl. Aksotloların beyнинin bir kısmını alıyor bilim insanları, sonra fark ediyorlar ki bir ay, bir hafta ben süreyi tam bilmiyorum ama o süreden sonra tekrar beyni oluşmuş. Yani o derece bir yenilenme yapısı var onun.

Öğretmen: Aaa öyle bir hayvan, peki siz bunun özelliğinden yararlanarak ne yapacaksınız?

Alper: Kendini yenileyebilen bir araba yapacağız. Arkasında bir tane 3D yazıcı var ama bu bagajda duruyor ve arabaya sabit

Öğretmen: Peki o ne işe yarayacak 3D yazıcı?

Alper: Şimdi arabanın her bir parçasının camın bile sensörleri var. Her bir parçanın kendi bir kodu var. Bu kodlar kırıldığı zaman sensör algılıyor kırıldığını, kodu zaten orada duruyor, 3D yazıcıya aktarıyor. 3D yazıcı bunu algılayarak o parçayı tekrar yapıyor...

Öğrenciler derste tasarım fikri üretmelerinin yanı sıra bu süreci kendilerine dağıtılan çalışma kağıdına da kaydetmişlerdir. Örneğin 5. grubun karar verdiği tasarım fikirlerinden biri olan Gece İş Eldivenini Görsel 4.23'te yer alan çalışma kâğıdına kaydederken gerçekleştirdikleri çalışma süreci şu şekilde olmuştur:

Görsel 4.23.

5. Grup Tasarım Haftası Çalışma Kâğıdı

Çalışma Kâğıdı	
1. ve 2. Hafta	
Gözlem	
1. Grupça en beğendiğiniz canlı hangisi oldu? Başka hangi canlıları tartıştınız?	
Köstebek, kaplanbalığı, uçan sincap, ~~deli~~ Kalamar Fener balığı	
Keşfetme	
2. Karar verdiğiniz canlının ne tür yapıları ve özellikleri vardı? Bu yapıların onlar için fonksiyonları nelerdi? Köstebek daha hızlı koşması.	
Etkilendiğimiz Canlı Köstebek, Fener Balığı	
Sahip olduğu yapılar	Bu yapıların canlıya sağladığı yararlar
Derin delici pençeler Başının üstündeki ışık	Derin çukurlar koşması Balıkları kendine çekmesi
Resmetme	
3. Siz hangi özelliğinden yararlanmaya karar verdiniz? Bu özelliği çizimle resmedebilir misiniz? Bunun için arkadaki boş kâğıdı kullanabilirsiniz.	



Beyin Fırtınası

4. Resmettiğiniz tasarım prensibi ile yapabileceğiniz icatlar hakkında yaptığınız beyin fırtınasında ne tür fikirler ortaya çıktı?

Açılır kapanır AVM
Uçan sincap uçak
Köstebek delici
Ahtapot kol

5. En beğendiğiniz fikir hangisi oldu? Bu fikri resmedebilir misiniz? Bunun için aşağıdaki boşluğu veya arka sayfadaki boş kâğıtlardan birini kullanabilirsiniz.



Köstebek
delici

Taklit Etme

6. Fikrinizi ürüne dönüştürebilmek için ihtiyacınız olan malzemeler neler?

İnfoatçı eldiveni
1ct ışık
Çift taraflı band
Teneke kutu

Ders sonrası yapılan görüşmelerde Elif grupça tartıştıkları tasarım fikirlerine değinerek ilham aldığı canlıdan ürettiği kendi tasarım fikrini şu şekilde açıklamıştır:

Elif: Yaren bukalemunun gözlerinden dürbün demiş, Cemre mesela venüs sinekkapanıyla boynuzlu kertenkeleden kedi yuvası dedi, İlkın tavşandan yararlanmış, ben sivrisinekten acıtmayan iğne dedim. Farklı farklı fikirler çıktı. Hepsini tartışıp en güzellerini seçtik. Bizim grupta Yaren'inki, Cemre'ninki bir de benimki seçildi. Benim fikrimden bir şırınga yapacağız. Şırıngamızın içinde sivrisineğin tükürüğü gibi bir madde olacak ki uyuşturuculu bir şekilde olsun. Ondan sonra çocuklar bu şekilde görünce korkuyor. Biz de mesela böyle bir oyuncak yapıştıracağız ama bu oyuncak sıradan bir oyuncak olmayacak. Sivrisinekler sokarken aynı zamanda titreştirerek soktuğu için bize de titreyen bir oyuncak lazım. Hepimiz görmüşüzdür şöyle çekince titreyen bir oyuncak var. Biz de burasına böyle bunu yapıştıracağız ya da başka bir oyuncak, küçük bir oyuncak mesela. Sonra mesela iğne yaparken bunu çekeceğiz o sırada da iğneyi yapacağız ve titreşmiş olacak...

Afra da grupça yaptıkları tartışmada kendi fikri ile birlikte grupça seçtikleri tasarım fikrine değinerek bu fikir üzerinde yaptıkları değişikliği *“Mesela ben kutup ayılarının üçüncü göz katmanından soğuklarda çatlamayan bir kamera lensi demiştim ama bunu yapamayız diye seçmedik. O yüzden Duygu'nunkini seçtik. Duygu da mesela başta balon balıklarından şey ilk hava yastıklarını düşünmüştü, ondan sonra onu kafa bandına çevirdik.”* sözleriyle ifade etmiştir. Murat ise grupça yaptıkları tartışma sürecinde kendi fikri ile birlikte seçilen iki fikir olduğunu şu sözlerle dile getirmiştir:

Murat: 5 kişi toplandık, farklı farklı fikirler ürettik, 2 tane seçtik. Tuğra'nınki çok karışık kalamardan esinlenmişti. Emirhan şeyden esinlenmişti uçan sincaptan, uçakların kanadı şeyini, süzölmeyi yapmıştı. Onunki de olmadı, Mete'yle benimki oldu sadece. Ben de kaplumbağa korktuğu zaman falan kabuğunun içine girdiği için kaplumbağadan ilham alarak bir tane AVM yaptım. Hava soğuk olduğunda dükkanları içinde olacak, hava iyi olduğu zaman da dışarda olacak ve AVM'nin elektriği de şeyden çalışacak güneş enerjisinden.

Ebru ise gruplarında gerçekleşen canlılardan ilham alarak tasarım fikri üretme sürecini *“Ben kediden yararlanarak eldiven demiştim ama Batuhan'ınkiyle Sedef'inkini seçtik. Batuhan yarasadan el feneri demişti bir de notilustan yüzme simidi. Sedef de kutup ayısından bir tane kumaş yapacaktı. İşte onları seçerken sevinçli hissettim çünkü artık seçilmiş yani bir şey tasarlıyorduk.”* sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin canlılardan tasarım fikri üretme ve bu fikirleri grupça tartışma süreçlerine ilişkin gözlemlerini şu şekilde aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Çocuklar araştırmalarını zaten çok güzel yapmışlardı. Hepsi gerçekten böyle canlıların ben bu yapısından ilham alırım, bu özelliğini kullanırım diye yapı fonksiyon

ilişkinini çok iyi kurmuşlardı. Araştırmalarını çok güzel yapmışlardı hepsi birbiriyle fikir tartışması yaptı. Hatta o fikir tartışmaları hani epey uzun sürdü birbirleri arasında böyle şey birbirlerini dinliyorlardı aslında ama birbirleri arasında ikna etme çabaları oluyordu, onu gözlemledim gruplar içerisinde.

Öğrencilere tasarım süreci ile birlikte kazandırılması hedeflenen bir diğer beceri *problem belirleme ve problem çözme* olmuştur. Küçük yaş grupları için “Biyolojiden Tasarıma” Yaklaşımının benimsendiği bu çalışmada öğrencilerin inceledikleri canlılardan yola çıkarak bir problem durumu belirleyebildikleri ve belirledikleri problem durumu için canlıların özelliklerini kullanarak çözüm üretebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin problem belirleme ve çözme süreçlerine ilişkin derste geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Evet Duygu sizin grup ne yapıyor, hangi canlıdan yararlandınız?

Duygu: Biz balon balığından yararlandık.

Öğretmen: Peki bunun hangi yapısını kullanacaksınız, problem durumunuz ne?

Duygu: Şişme özelliğinden yararlanacağız. Biz bu balon balığımızın şişmesiyle çocuklar için, yaşlılar için, düştüklerinde kafalarını acıtmamak için yaralamamak için bant yapacağız, bu bant tehlike anında şişecek ve koruyacak

Öğretmen: Peki bu fikri aklınıza getiren ne oldu?

Duygu: Öğretmenim aslında sizin 3 hafta önce bayılıp düşmeniz bizde bir ışık oldu. Çarpıp kafanızı yarmıştınız. Mesela bu kafa bandı kafanızda olsaydı bir yere vurmazdınız

Öğretmen: Evet bundan yola çıkarak öğretmenimizin kafasında böyle bir bant olsaydı onu korurdu dediniz... Melike siz karar verebildiniz mi ne yapacağınıza?

Melike: Biz ilk önce ahtapotun vantuzları ve boynuzlu kertenkelenin gözünden kan fışkırmasıyla ilgili bir icat geliştireceğiz. Bu icadımız da hırsız yakalayıcı. Eve giren hırsızları etkisiz hale getirmek için böyle bir icat düşündük

Öğretmen: Hmm nasıl etkisiz hale getireceksiniz peki hırsızları?

Melike: Hırsız buradan girdiğinde, burayı kasa olarak düşündüğümüzde bastığı anda aynı boynuzlu kertenkele gibi kasanın arkasından yüzüne sersemletici bir sıvı fışkıracak ve ahtapotun vantuzları gibi buraya bastığında da ayağı yere yapışacak. Zaten sersemleştigi için de ev halkı hemen polise haber verip hırsız yakalanacak

Öğrencilerin problem belirleme ve çözme süreçlerine ilişkin derste geçen konuşmaların yanı sıra yapılan görüşmelerde de bu beceriye ilişkin ifadeler kullandıkları görülmüştür. Örneğin öğrencilerden Batuhan yarasalardan ilham alarak geliştirdiği ultrasonik el feneri fikri ile çözmeyi hedeflediği problem durumunu “*Şimdi ben daha önce de söyledim yarasanın ses dalgalarıyla şeyi zaten grupta da seçtik. Böyle karanlık bir yerde çalışıyorsun ya da yürüyorsun, birden fenerin bozuldu, pili bitti. O anda bu ses dalgaları*

devreye giriyor ve yönünü rahatça bulabiliyorsun karanlıkta engellere çarpmadan.” sözleriyle dile getirmiştir. Semih de ahtapot vantuzlarından ilham alarak gruba sunduğu tat algılayıcı fikri ile çözmeyi hedeflediği problem durumunu *“Mesela pazardan şey almaya gittik biber almaya gittik acı mı tatlı mı bilmiyoruz belki pazarcı bize tatlı dedi ama biz bir tattığımızda acı çıktı. Tat algılayıcı mesela acı mı tatlı mı, nasıl bir tadı var, zehirli mi zehirsiz mi onu söylüyor. Böylece kandırılmıyoruz ve ağzımız yanmıyor.”* sözleriyle ifade etmiştir. Özgür ise kanguru tişörtü ile çözmeyi hedeflediği problem durumunu *“Mesela soğuk havalarda elimizi cebimize koyarsak soğuktan üşümez ama poşeti taşıırken elimiz dışarıda olduğu için soğuktan çatlayıp kuruyabilir. Aldığımız eşyaları kanguru tişörtüne koyarsak hem ellerimizi soğuktan koruyabiliriz hem de istediğimiz zaman elimizi kullanabiliriz. Ve elimizde taşımaktansa omuz kısmımızda birleştiği için elimiz yorulmaz ve daha çok yük taşımış oluruz.”* sözleriyle açıklamıştır.

Öğrenciler geliştirdikleri tasarım fikirleriyle hedefledikleri problemi çözmenin yanı sıra tasarımlarını ortaya koyarken karşılaştıkları sorunlara buldukları çözümleri de dile getirmişlerdir. Örneğin Özgür bu konuda yaşadığı deneyimlerden bazılarını şu sözlerle aktarmıştır:

Özgür: Tasarımımızı yaparken de açıkçası çok fazla sorunla karşılaştık. Biz bu malzemeyi kullanırsak mesela ne olacak, nerede kullanacağız diye tartıştık. Biraz da bunları tartışarak öğrendim nasıl yapılacağını, bunların nasıl üstesinden gelineceğini. Mesela tişörtte öğretmen çöp şiş de kullanın demişti ama silikonla beraber çöp şiş olmuyordu. Biz onunla beraber mesela düşünmüştük düşünmüştük en sonunda ataçlamaya karar verdik...

Afra ise grup tasarımlarını yaparken karşılaştıkları soruna dair aklına gelen fikri *“Duygu o koluna şey yaparken bizim uzun balonlarımız az kalmıştı, o yüzden balon kullanmak yerine Duygu peçeteyi kullanalım dedi. Ben mesela sünger gibi düşündüm, sünger de yumuşak ve düştüğümüzde acıtmıyor. Aklıma o anda o gelmişti.”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerde problem çözme becerilerinin gelişimine ilişkin gözlemlerini şu şekilde dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Zaten hani bir fikir geliştiriyorlardı. Geliştirdikleri fikirleri somut bir ürüne dönüştürme, bunun mümkünlüğü, çalışıp çalışmayacağı, çalışırsa da nasıl çalışacağı, çalışmazsa aksaklıklarının nasıl olacağını bulup ve giderme aslında yine bir problem çözme bu. Yani gerçek hayat problemi çözerken de "aa neden çalışmadı bu, bundan çalışmadı, o zaman test et, düzelt, hadi şunu düzeltelim" onları fark ettiler. Şu an görüyorum birçoğunda böyle “bunu ben böyle yapacağım” hani soyut fikirler değil kesinlikle ayakları yerine basıyor yani ne yaptıklarının farkındalar. Zaten o anlamda çocukların bu problem çözme becerilerine

çok hayran kaldım. Yani çocuklardaki etkisini gördüm ve olgunlaştıklarını gördüm. Daha çözümcül olduklarını gördüm ve hayattaki bazı problemlerin çözümünün çok basit de olabileceğini aslında bir an bir mantıksal düşünmeyle çözülebileceğini fark ettiler, bu da bana yeter.

Öğrencilere problem belirleme ve çözme becerisi ile birlikte kazandırılması hedeflenen bir diğer beceri geliştirdikleri çözümü *ürüne/ tasarıma dönüştürme* olmuştur. Öğrenciler 2. tasarım haftası itibariyle tasarımlarını üretmeye başlamışlar ve 3. haftada son halini ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin geliştirdikleri çözümü tasarıma dönüştürme süreçlerine ilişkin 2. tasarım haftasında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur.

Öğretmen: Tamam şimdi kimin ne yapacağı belli oldu. Şimdi 1-2-3-4, 7 grubumuz var, 17 tane ürün var. Şimdi ürün oluşturabilmek için her grubun malzemesini önüne vereceğiz. Şöyle masaların üstünü boşaltın. Malzemelerinizi vereceğiz ve tasarımlara başlayacaksınız. Şimdi sizin önce yapacağınız şey neydi?

Hale: Termal kumaş

Öğretmen: Tamam onun için de siyah kumaş lazımdı

Sedef: Patlayan poşet lazımdı, yapıştırıcı, bir de yün ip gerekiyor öğretmenim

Öğretmen: Şimdi size malzemelerinizi vereyim ama diğer icadınız için bir video izlemeniz gerekiyor onu bir izleyin... Diğer gruplara da verelim. Duygu sizin gruba ne lazım?

Duygu: Öğretmenim bu gruba balonumuz var. Mukavva lazım, karton lazım, yapıştırıcı makas...

Öğretmen: Tamam öğretmeniniz veriyor, yapmaya başlayın. Makas masada var... Bu gruba büyük şırınga lazımdı, fırça...

Elif: Öğretmenim fırça bizim masada var, silikon tabancası

Öğretmen: Silikon tabancası tamam onu biz prize takalım, sıvı yapıştırıcı masada var.

Cemre: Gözde öğretmenim bu havluyu kutunun içine yapıştırmanız lazım silikon tabancası ısındı mı?

Araştırmacı: Bakalım, sen kutuyu oraya doğru götür ben geliyorum...

Semih: ...Makas kimde?

Aslı: Bende

İlkin: Cemre kutuyu sen tut, ben poşeti öbür taraftan sana vereyim

Melike: Uhuyla mı yapıştıracağız silikon tabancasıyla mı?

Cemre: Uhuyla yapıştıracağız tamam ben tutuyorum, Sıla, sen bana yardım et...

Öğretmen: ... Evet ilk tasarım hazır bak metal toplayıcı. Metal toplayıcımız hazır manyetik etkiyi kullandılar. Masanın üzerindeki metalleri topluyor.

Duygu: Öğretmenim biz de bebeği yaptık sayılır yani o koruyucu bandı. Başına kollarına bacaklarına taktık

Sedef: Öğretmenim bizimki de hazır...

Dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerden Aysu grupça yaptıkları çözümü tasarıma dönüştürme süreçlerinden *“Bizim toplantımızda Hakan verdiğiniz çalışma kağıdına bakıyordu. İmparator penguenleri söylemişti. Semih de ısı yalıtımı yapalım demişti. Nasıl yapabiliriz nasıl yapabiliriz diye düşünürken onu yapmaya karar verdik. Derste şu kağıtlardan sürekli yedek yapıyorduk. Melike çok küçük yapmış ben de bir gıdım kaçırmışım. Sonra baştan yapmaya başladık cetvelle ölçtük bu sefer oldu. İçine yapıştıramadık, sizi çağırdık, öyle yapıştırdık.”* sözleriyle bahsetmiştir. Ebru da gruplarında gerçekleşen çözümü tasarıma dönüştürme sürecini *“Birilerimiz bantlamayı bitiriyordu, birilerimiz makasla kesiyordu. Batuhan’la ben balonları kıvrıp yapıştırıyorduk sonra onun üstünü boyadık. Bazı gruplar masaların üzerine çıkmıştı kutularını kaplamak için.”* sözleriyle dile getirmiştir. Özgür ise grupça yaptıkları çalışma sürecini fabrika üretimine benzeterek gerçekleştirdikleri tasarlama aşamasını *“Açıkçası bu zaten bir fabrika gibi resmen böyle icatlar yapıyoruz. Bugün 2. bir icadı yaptık bu da çok güzeldi. Bir günde bitirdik diğer günlere aksamadı zaten fikir hazırdaydı. Ekipte birlikte çalıştık arkadaşlarımla birlikte. Birisinden fikir çıkıyor diğerleri de iş birliği yaparak o icadı yapıyor ve resmen üretim gibi bir şey oluyor ve bu da çok güzeldi benim için”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin kendi ürünlerini tasarıma dönüştürme süreçlerine ilişkin yaptığı gözlemi şu sözlerle anlatmıştır:

Buket Öğretmen: Yani bir kere zaten birlikte çalışmayı çok seviyorlar. Mesela o tişörtü tasarlayanlar ayna yerleştirirken falan cetvellerini koydular, tek tek yapıştırdılar, hepsi sorumluluk aldı, o çok keyifliydi. Diğer mesela şey Eliflerin grubu işte kedi barınağı boynuzlu kertenkeleden hani onlar mesela canla başla çalıştılar ürünlerinin üstünde, korumaya uğraştılar. Fikirleri için arkadaşlarına anlatıp ikna etmeye çalıştılar. O uzanan koldaki şeylere mesela çocuklar çok inandılar, denediler. Diğer mesela mıknaatıslar yerden metal toplayıcı o çok hoşlarına gitti ve ben eminim evde de kendileri mesela kendilerine buna benzer prototipler yaparak kendi odalarındaki hayatlarını kolaylaştırabilirler aslında. Hani kalkmaya üşenen bir çocuk kesinlikle öyle bir mıknaatıslı bir şey yapar ya da o kollu bir şeyler yapar, ben çok eminim.

Öğrenciler tasarımlarını geliştirdikten sonra ürünlerini 4. haftada birbirlerine, 5. haftada ise sınıfa gelen okul müdürüne, misafir öğretmene ve öğrencilerine sunmuşlardır. Öğrencilerin geliştirdikleri tasarımı tanıtırken sınıfta geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur.

Öğretmen: Şöyle bir göstereyim ben. Cemre sen devam edebilirsin, 3. projeniz?

Cemre: Evet 3. projemiz ise boynuzlu kertenkele ve venüs sinekkapanından sokak hayvanlarına hassas bir yuva. Biz boynuzlu kertenkelenin düşmanlara karşı kendini korumasından ve sinekkapanın avlarını algılayıp yakalamasından ilham aldık.

Öğretmen: Boynuzlu kertenkele kendini nasıl koruyordu?

Cemre: Gözlerinden kan fişkırtarak diğer hayvanları korkutuyordu

Öğretmen: Evet çünkü arkadaşların bilsin hani biz biliyoruz bunları ama

Cemre: Gözlerinin altı şişiyor, kan fişkırtıyor ve karşı taraftaki düşmanını etkisiz hale getiriyordu. Venüs sinekkapanı da üzerindeki kıllara dokununca avını algılıyor, iki kere dokununca kapanıyordu. Biz bu özelliklerden sokak hayvanlarına hassas bir yuva yaptık. Şimdi burada köpeğimiz var. Burada da bir baskülümüz var. Kediler en fazla kaç kilo olabilir, 4, 5 ve 6 kilo. Şimdi buradan bir tane kedi giriyor, arkasından da köpek kovalıyor. Buradaki baskül sensörle kedinin ve köpeğin kilosunu algılıyor. Eğer 6 kilodan fazla çıkarsa köpek olduğunu anlıyor ve direkt buradan sersemletici bir sıvı fişkırtıyor.

Okul Müdürü: Yaa gördün mü evet, süper

Öğretmen: Hani kendinden ağır bir varlık girdiği zaman baskül otomatik reaksiyon gösterip hemen dumanını fişkırtıyor... Evet, Mete sizin grubunuz gelsin, şimdi hangi canlıdan ilham aldığından bahset önce

Mete: Köstebekten ve fener balığından ilham alarak kazıcı iş eldiveni yaptık. Sivri pençeler daha rahat ve derin kazmayı sağlıyor, led ışık geceleri aydınlık kazmayı sağlar. Kemer, eldivenin içine kum, taş, toprak kaçmamasını sağlar. Biz bu eldivende ilk önce köstebeğin toprağı kazmasından yararlandık. Sivri pençelerinden ilham alarak uçları sivri bir iş eldiveni tasarladık. Sonra fener balığının başının üstündeki yaydığı ışıktan ilham aldık. Onlar karanlıkta bu ışık sayesinde avlarını yakalayabiliyor. Biz de eldivenin üstündeki ışıkla geceleri bile iş yapabiliyoruz

Öğretmen: Peki kimler kullanacak bunları mesela böyle bir eldiveni kimler alır?

Öğrenciler: İşçiler, çiftçiler, bahçıvanlar...

Okul Müdürü: ...Çok güzel, aferin, bravo, çok da havalı olmuş, gerçekten ilgi çekici

Misafir Öğretmen: Hayat kolaylaştırıcı, böyle şeyler çok dikkat çekiyor sergilerde...

Öğrenciler tasarımlarını sergiledikten sonra kendileriyle yapılan görüşmelerde de diğer grupların tasarımlarından bahsetmişler ve akıllarına yeni fikirler geldiğini dile getirmişlerdir. Örneğin Duygu 1. grubun sunduğu sivrisinekten can yakmayan iğne tasarımına değinerek aklına gelen yeni fikri şu sözlerle ifade etmiştir:

Duygu: Mesela Elif sinekten bir şey yaparken ben de sinekten ayrı bir şey düşünüyorum. Böyle benim farklı düşünceler şey yapmama yardımcı oluyor. Mesela bu sineğin acıtmayan bir titreştirerek sokma özelliği varsa bundan farklı bir matkap da olabilir. Hani matkap da biraz titreşiyor. Giriyor mesela duvarı şey yapıyor ama duvarı aşındırıyor. Ondan mesela duvarı aşındırmadan daha az böyle aşındıracak bir matkap üretebiliriz sivrisineklerden.

Batuhan ise düşündüğü fikirlerden birini farklı gruplar tasarladığı için aklına gelen ve ileride tasarlamak istediği yeni fikri şu sözlerle dile getirmiştir:

Batuhan: Mesela benim aklımda bir de biyonik kol vardı her şeyini hallettim ama gövdesini neyden yapacağımı bulamadım. Zaten başka bir grup yapmış. Ben de şey yapmaya karar verdim venüs sinekkapanından yani mesela bazı çöp kovaları şöyle oluyor, şöyle açıldığı için işte dokunup atmamız gerekiyor yani elma çöpü gibi ağır şeyler olmadığı sürece açılıp gitmiyorlar yani biz bir tane kâğıdı buruşturup atmak istesek üstünde kalıyor o yüzden ona sensör yapacağım belirli bir mesafe belirleyeceğim elimizi uzattığında o mesafeye geldiğinde kendisi açılacak biz atabileceğimiz elimizi çektiğimizde kapanacak.

Afra ise sınıfta üretilen fikirlerin farklılığına değinirken aynı zamanda bunlardan etkilendiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Afra: Arkadaşlarımızın fikri ile bizim fikrimiz de farklıydı zaten çoğu farklıydı ve yeni fikirler öğrendikçe bu benim fikirlerimi çok etkiledi. Mesela yani bir sürü fikir geldi. Bazılarının fikirleri o kadar yaratıcıydı ki Semihler yani Melikelerin grubu mesela kışın böyle kalın oluyordu katmanları sıcak tutuyordu yazın ise inceliyordu. Çok güzel bir fikir bence. Sonra Emrelerin de aynı şekilde mesela yatalak, hasta, hamile gibi insanlara ilaçlarını almalarında yardımcı oluyordu. Yani bir sürü fikir geldi çok mantıklıydı bence yani.” sözleriyle dile getirmiştir.

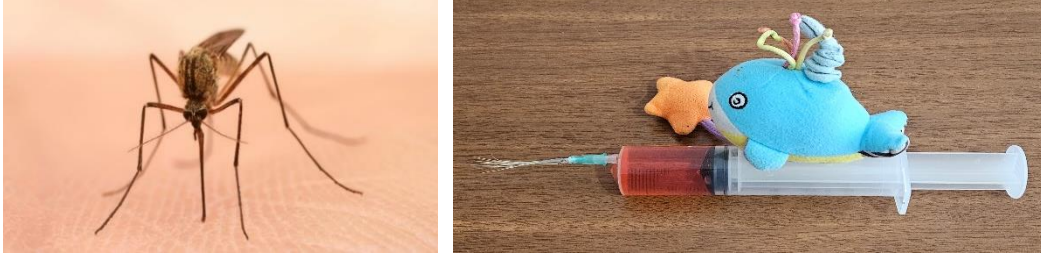
Sınıf öğretmeni de sürecin tamamen yaratıcılık gerektirdiğine vurgu yaparak öğrencilerin geliştirdiği ürünlerin kendi bakış açısı ile yaratıcılıklarına şu sözlerle değinmiştir:

Buket Öğretmen: Zaten yaratıcılık, yaratıcı fikir geliştirmese ortaya bir ürün çıkaramazlar, mecburen yaratıcılık gerektiriyor az önce de bahsetmiştik ki çok yaratıcı olanlar var. Hani çocukların gözünden bakınca o açılır kapanır AVM olsun, hırsız kovucu sistem olsun ya da çocukların işte Alper’in aksolotlarla işte araba tasarımı olsun yaratıcı ve hani iş kolaylaştırıcı hayatlarını kolaylaştırıcı şeyler. Hepsinde mutlaka bir yaratıcılık var. Yani çünkü yaratıcılık nerede başlar hayata dair bir sıkıntı varsa yaratıcılık ortaya çıkar yani bir problem durumun varsa onu çözmeye yönelik hani icatlar da hep öyle gelişmiştir ya bir yani bir ihtiyaçtan doğar. Onlar da hep bir ihtiyaca kanallı oldukları için çıkardıkları ürünlerinde hep bir yaratıcılık söz konusu yani. Olmayan yok zaten o kutup ayılarından da esinlenerek geliştirilen kumaşa olsun hepsinde mutlaka yaratıcılık var.

Öğrencilerin program sonunda hedeflendiği şekilde canlılardan tasarım fikri üretebildikleri, problem durumu belirleyerek canlılardan çözüm üretebildikleri ve ürettikleri çözümü ürüne/ tasarıma dönüştürerek sergileyebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin geliştirdikleri ürünlerden bazıları Görsel 4.24., 4.25., 4.26., 4.27., 4.28., 4.29., 4.30., 4.31., 4.32., 4.33.’te yer almaktadır.

Görsel 4.24.

Sivrisinekten Esinlenerek Tasarlanan Can Yakmayan İğne Tasarımı



Görsel 4.25.

Notilus İskeletinden Esinlenerek Tasarlanan Deniz Simidi Tasarımı



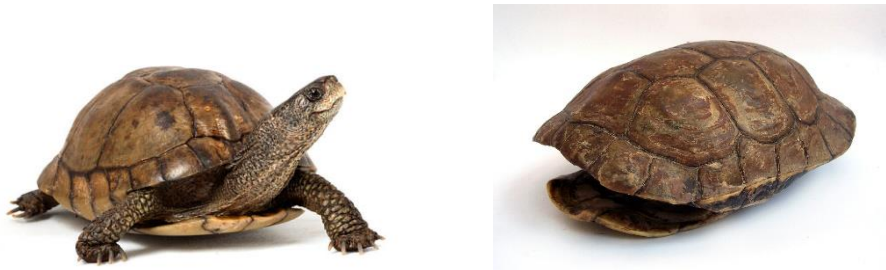
Görsel 4.26.

Yarasadan Esinlenerek Tasarlanan Ultrasonik El Feneri Tasarımı

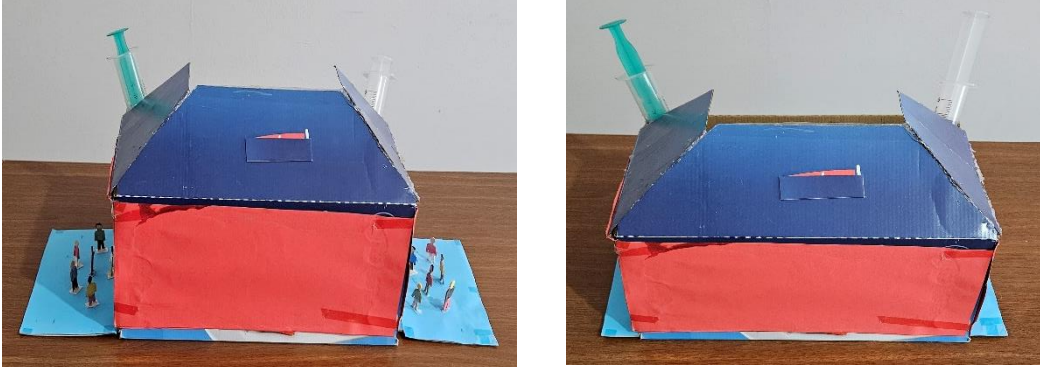


Görsel 4.27.

Kaplumbağadan Esinlenerek Tasarlanan Açılır Kapanır AVM Tasarımı



[Görsel 4.27. (Devam) *Kaplumbağadan Esinlenerek Tasarlanan Açılır Kapanır AVM Tasarımı*]



Görsel 4.28.

Aksolottan Esinlenerek Tasarlanan Kendini Yenileyen Araba Tasarımı



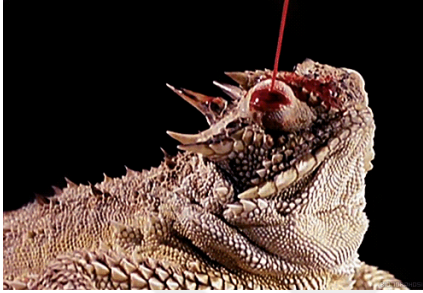
Görsel 4.29.

Balon Balığından Esinlenerek Tasarlanan Koruyucu Bant Tasarımı



Görsel 4.30.

Venüs Sinekkapanı ve Boynuzlu Kertenkeleden Esinlenerek Tasarlanan Hassas Kedi Yuvası Tasarımı



Görsel 4.31.

Köstebek ve Fener Balığından Esinlenerek Tasarlanan Gece İş Eldiveni Tasarımı



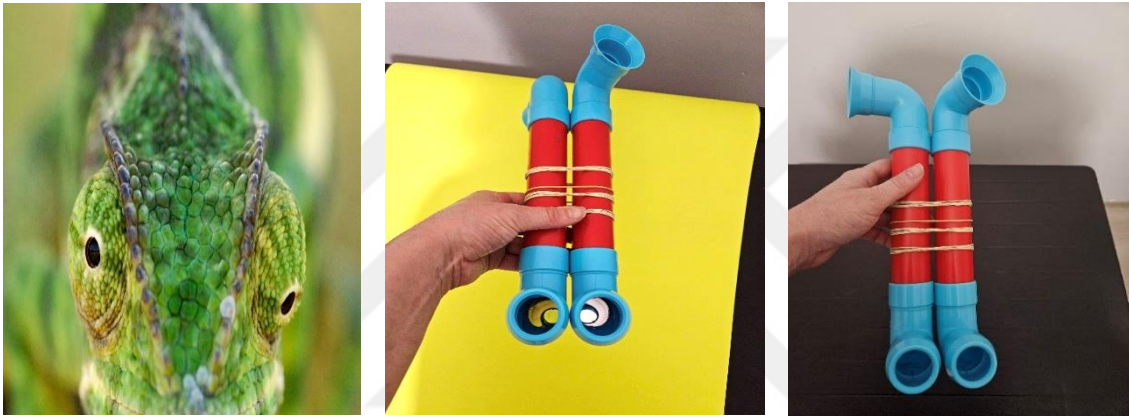
Görsel 4.32.

İmparator Penguenlerinden Esinlenilerek Tasarlanan Isı Yalıtımı Tasarımı



Görsel 4.33.

Bukalemunun Gözlerinden Esinlenilerek Tasarlanan Bukalemun Dürbün Tasarımı



4.2.1.3.4. Yaratıcı düşünmeye teşvik etme

Uygulanan program süresince öğrencilerin canlıları tasarım fikri olarak görme, yaratıcı düşünme pratiği edinme ve ürün tasarlama/ geliştirmenin yanı sıra yaratıcı düşünme eğilimi içerisine girdikleri görülmüştür. Özellikle tasarım haftaları ve program sonunda yapılan görüşmelerde öğrenciler; fikir üretme konusunda deneyim kazanma, farklı canlıları ve özelliklerini tanıma, malzemeye erişim imkânı bulma, grupça fikir tartışması yapma, üretilen fikirleri sınıf ortamında paylaşma, diğer fikirler hakkında bilgi edinme, ürettikleri tasarımlarla yapılabilecek yeni icatların olduğunun farkına varma gibi gerekçelerle uygulanan programın kendilerini yaratıcı düşünmeye teşvik ettiğini sıkça dile getirmişlerdir. Örneğin Özgür uygulanan programda yapılan etkinliklerin zihnini fikir üretmeye alıştırdığını ve buna istek duymaya başladığını şu sözlerle ifade etmiştir:

Özgür: Mesela biyomimikride yeni fikirler üretiyoruz, arkadaşlarımızla fikir ürete ürete insanın zihni buna alışıyor zaten ve kendisi üretesi geliyor. Bir şeyi bunu gördüğünde acaba bundan şu icat olur muydu diyesi geliyor insanın. İşte böyle düşündürüyor insanı aslında böyle bir şeyler gördüğünde. Ondan sonra yeni fikirler üretiyor aklım. Mesela ben bir tane

başka bir fikir üretmiştim taşınabilir böyle bir tane evcil hayvan yuvası. İşte bu da onun kanıtı zaten. Mesela bir fikir yaptın mı bir tanesi daha geliyor bir şey olmaz diyorsun ama üçüncüsü geldiğinde devamı direkt geliyor böyle. Sanki bilim insanı oluyorsun resmen küçük bilim insanı oluyorsun. Zaten insan fikir ürete ürete buna alışıyor yani öğrenmek gibi bir şey aslında bu da

Duygu ise derslerde yeni canlılar ve özelliklerini öğrenmenin aklında yeni fikirler canlanmasına yardımcı olduğunu şu sözlerle dile getirmiştir:

Duygu: Öğretmenim mesela atıyorum biyomimikri dersi, mesela kutup ayıları. Kutup ayılarının tüylerinde boşluk vardır. Mesela böyle bir tasarımı yaparken kutup ayılarının o tüylerinden yararlanarak bir mont yapabiliriz. Yani onu öğrendiğimde aklımda bir canlanma oluyor. Ama normalde hiç kutup ayılarının böyle içinde boşluk olduğunu bilmesem nasıl yapacağımı bilmezdim. Mesela bal karıncaları, bal karıncaları arkasında bal taşır ve mesela atıyorum şu an saçma da olabilir ama bir proje yaparken bal karıncalarından esinlenerek arkasına bir şey yapabiliriz diye hemen aklıma bir fikir geliyor. Bu da biyomimikri dersi sayesinde. Yani güzel, aklıma değişik fikirlerin gelmesine yardımcı oluyor kısacası.

Elif ise tasarım sürecinde belirlediği canlıyı araştırırken karşılaştığı diğer canlıların da kendisinde yeni çağrışımlar yarattığını ise şu sözlerle ifade etmiştir:

Elif: Biz kendi projelerimizi tasarlıyoruz ve bununla ilgili birtakım araştırma yapıyoruz. Böylelikle mesela ben nasıl desem bukalemundan gece lambası ya da bir dürbün yapmayı düşünürken bukalemunla ya da başka bir canlıyla karşılaşıyorum ondan yepyeni bir fikirler üretebiliyorum. Onu mesela bukalemunla da birleştirebilme özelliği de taşıyor hatta ben bu sıra buna çalışıyorum ve bir tane canlı var aklımda. Adını şu an unuttum ama çok garip bir ismi var. Bir de bukalemundan yine onların ikisini birleştirerek nasıl bir proje yapabilirim nasıl bir ürün, yaratıcılığımı ortaya koyabilirim diye düşünüyorum şu an.

Kendi ürettiği fikri arkadaşlarının ürettiği fikirlerle birleştirerek yeni fikirler üretebileceğini ifade eden Afra ise bu düşüncesini “*Mesela arkadaşlarım başka bir fikir ortaya koyuyor, ben başka bir fikir ortaya koyuyorum. Mesela ben kendi projemden ve başkalarınınkinden ilham alarak yeni yollar açabilirim.*” sözleriyle dile getirmiştir. Batuhan da uygulanan programın kendilerine ürün tasarlamak için fırsat sunduğuna değinerek yaratıcılığa teşvik ettiğini “*Mesela ben böyle önceden yapmazdım çok çünkü onun malzemesini nereden bulacağız falan diye düşünürdüm. Ama biyomimikride böyle bunun hepsi önüne sunulduğunda bir fabrika sana getirmiş, iş birliği yapmışsın gibi oluyor. Hepsi önüne sunulduğunda aklına yani bundan bu yapılır, bunu birleştirtince bu olur gibi şeyler geliyor.*” sözleriyle ifade etmiştir. Ebru ise biyomimikri dersleri ile birlikte canlılardan tasarım fikri üretmeye ilişkin edindiği farkındalık ve eğilimi “*Fende*

yani normalde hayvanlarla ilgili bir şey yapmıyoruz ama yani çevremde hayvanları görüyorum, onlardan da yararlanabilirim. Hayvanların mesela yapısından mesela köpeğin mesela tüyünden ya da kuyruk yapısından yararlanabilirim.” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise yaratıcı fikir üretmeye yönelik kazandığı inancı “Bence daha da fazla fikir üretebiliriz. Belki bizim aklımıza gelmeyen ama çok fazla fikir vardır ve bunları daha çok merak ediyorum. Acaba daha yapabileceğimiz bir fikir var mı? Yani doğada böyle daha fazla hayvanlardan yeni şeyler yapabiliriz ya da o bulunmuş şeyleri daha çok geliştirebiliriz. Mesela uçan sincaptan bir tane spor şeyi yapmışlar belki biz başka bir şey daha bulabiliriz.” sözleriyle ifade etmiştir. Murat ise tasarım haftalarının yaratıcı düşünme sürecinde kendisine sağladığı katkıyı “Tasarım sürecinde hem düşünmeme yardımcı oldu hem araştırmama hem de yaratmama” sözleriyle özetlemiştir. Sınıf öğretmeni de özellikle tasarım haftalarında yapılan etkinliklere vurgu yaparak bu etkinliklerin öğrencileri yaratıcı düşünmeye teşvik ettiğini şu sözlerle ifade etmiştir.

Buket Öğretmen: Zaten şey var yaratıcı düşünmeyi tamamen kanalını açan bir programdı, bir projeydi uyguladığımız. Hani biz yaratıcılığı köreltmek adına her şeyi yapıyoruz Milli Eğitim olaraktan ama bu derslerle çocukların yaratıcılığını olabildiğince geliştirmeye çalıştık. Fikirleri ortaya atmasına ve el becerisini kullanarak bir şeyleri ortaya dökmesine uğraştık ve bu bence onlar için hani gerçekten kıymetli. Şimdi çocuklar mesela daha böyle “deney yapayım, etrafımı gözlemleyeyim, aa bundan bunu da üretebiliriz, bunu da yapabiliriz” gibi düşüncelerinin geliştiğini görüyorum ben. Hani fikir geliştirdiler, yeni şeyler öğrendiler, birbirlerinin gruplarını dinlediler. Bu onlara yeni bir ufuk açtı yani düşünce tarzını geliştirdi. Başka fikirleri dinlemek de onlar için bence iyiydi. Bundan sonrası daha benim için önemli artık o yaratıcı düşünme becerilerini daha net diğer derslerde görebilirim diye düşünüyorum. Ama yaratıcı düşünce geliştirdi çocuklarda ben öğrencilerimi diğer çocuklara baktığımda biraz daha farklı buluyorum, daha farklı düşünüyorlar. Yeni nesil soruları çözerken daha rahatlar. Çünkü daha ifade becerileri açık, çok yönlü olaylara bakabilme yetenekleri gelişti özellikle bu son yaptığımız derslerle.

4.2.1.4. Grup çalışması ve sosyal beceriler

Öğrencilerde bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri grup çalışması ve sosyal becerilerin gelişimi olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte öğrencilerin takım ruhu, görev paylaşımı ve dayanışma gibi grupla çalışma ve iş birliği becerilerinin geliştiği, arkadaşlık ilişkilerinin ve sosyalleşme becerilerinin güçlendiği, akran öğretiminden yararlanabildikleri ve kendini ifade etme/iletişim becerilerinin kuvvetlendiği görülmüştür.

4.2.1.4.1. Grupla çalışma ve iş birliği

Geliştirilen programda derslere entegre edilen grup etkinliklerinin öğrencileri grupla çalışma ve iş birliği süreci içerisine soktuğu, takım ruhu, görev paylaşımı ve dayanışma gibi öğrenme deneyimlerini zenginleştirdiği görülmüştür. Örneğin öğrencilerin 1. derste kendilerine görev olarak verilen canlı kartlarını inceleyerek “Bildiklerim, Tahmin Ettiklerim ve Öğrendiklerim” isimli çalışma kağıdını doldurdıkları grupla çalışma sürecinde geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Evet, süreniz 10 dk. Grupça başlıyorsunuz.

Semih: Hadi hadi hadi

Pars: Yaz yaz yaz

Elif: Arılar hakkında ne biliyordunuz?

Alper: Arılar hakkında, bal yapıyorlardı

Semih: Ballarındaki suyu buharlaştırarak saklıyorlardı.

Elif: Ama onu baştan bilmiyorduk, şimdi bildiklerimiz kısmına yazacağız

Hale: Bildiklerimiz; arı sürekli bal yapar

Pars: Uçabilirler

Hale: Arı kusarak bal yapar ya onu da yazalım

Elif: Yazdım. Tahmin ettiklerim, arıların ne yaptıklarını tahmin ediyorduk?

Alper: Arıların ballarının içine gizli bir madde koyup da bozulmasını engellediğini

Semih: Ben yazayım mı?

Elif: Siz söyleyin yazıyorum ben

Alper: Aynen yazıcı Elif olsun

Semih: Herkes bir fikir söylesin 5 dakikamız var.

Öğretmen: Nasıl çalışıyorlar ama

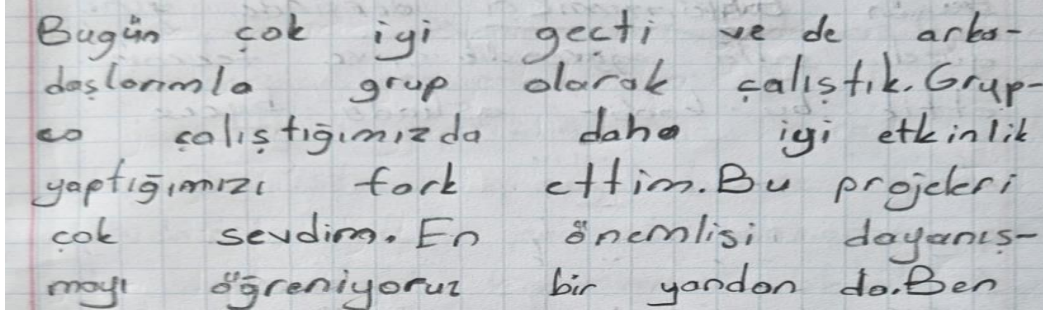
Araştırmacı: Evet, arı gibiler

Dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerin yapılan grup etkinlikleriyle takım ruhu, görev paylaşımı ve dayanışma gibi grupla çalışma ve iş birliği becerilerinin gelişimine vurgu yaptıkları görülmüştür. Örneğin aynı dersin ardından Batuhan yapılan etkinliğin kendilerinde takım ruhunu geliştirdiğini “*Hem takım ruhumuz geliyor hem okuduğumuzu anlayabiliyoruz, bilmediğimiz şeyleri öğreniyoruz. Bayağı eğlenceli yani. Kartlardan birimiz yazıyor, birimiz fikir veriyor, bilgiler öğreniyoruz takımca.*” sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise yaptıkları grup çalışması, iş birliği ve dayanışma sürecine ilişkin “*Öğretmenim grup olduğu için daha güzel oluyor, birlikte yaptık. Daha çok bilgi yaptık. Kendimiz olsaydık çok heyecanlanıp yapamazdık. Orada arkadaşlarımız olduğu için destek oldular bize.*” açıklamasını yapmıştır.

Özgür ise 3. dersin ardından yazmış olduğu günlüğünde grup etkinliği ile ilgili yapmış olduğu çıkarımı Görsel 4.34'te yer alan günlüğünde şu şekilde paylaşmıştır:

Görsel 4.34.

Grupla Çalışma ve İş Birliği-Özgür'ün Günlüğü



Afra ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde grupça yaptıkları etkinliklere değinerek iş birliği ve dayanışma sürecine ilişkin “*Mesela grupla çalışma yönümüz de gelişiyor. İşte yazıcıyı belirliyoruz, bilgileri okuyoruz, eşleştiriyoruz, yetiştirmeye çalışıyoruz, deneyler yapıyoruz. Bugün verdiğiniz ipleri poşetteki deliklerden geçirdik. Birimiz yaparken diğerimiz tuttu. 4 kişi olduğumuz için hepimiz 2 tane yapmış olduk. En son ucuna mandalı takıp denedik. Tek başımıza olsaydık asla yapamazdık.*” açıklamasını yapmıştır. Semih ise 7. derste yapılan Şirket Etkinliğinde yaptıkları fikir alıverişi sürecini şu sözlerle anlatmıştır:

Semih: Grup olduk arkadaşlarımla düşündük beraber fikirler kurduk. Zaten biz farklı farklı düşüncelere sahiptik. Başak başka bir fikirde, Ecem başka bir fikirde, Sercan başka bir fikirde ben başka bir fikirdeydim. Aralarından en mantıklısı olanı seçip yazdık. Grupta çok iyi bir kâğıt hazırladık, o kâğıdı da sunmak istedik sonra zaman kalmayınca biraz üzüldük.

Sınıf öğretmeni ise öğrencilerin grupla çalışma ve iş birliği becerilerine ilişkin 7. derste gözlemlediği fikir alışverişini sürecini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Uzak mesafeye gidememelerine rağmen hani her grubun yanına eğildiğimde ya da kulak misafiri olduğumda herkes ders içeriğiyle ilgili konuşuyordu. Yani olayı tartışıyorlar ne yapabiliriz, bu oldu mu bu olmadı mı, uygun oldu mu, şu fikri üretebilir miyiz diye. Kendileri de yeni prensipler ürettiler hani hepsi dolu dolu ve birbirinden hani o ses gürültüden etkilenmeyerek çalıştılar. Ama çok tatlılardı, bana soruyorlardı kopya istiyorlardı, “sence bu mantıklı mı” diyorlardı “bilmem” diyordum. Yani “siz mantıklı diyorsanız benim için de bir mahsuru yok” diyordum. Aslında çok güzel şeyler söylüyorlardı. Ben de müdahale etmek istemiyordum. Çünkü yönlendirmek bile istemedim. Çünkü doğru düşünmüşlerdi onu görmüştüm. Hani küçük açıklamalar yaparak rehberlik yaptım ama

mesela o grup, Meriçlerin grubu çok güzel bulmuştu ben karışmak istemiyordum hani kendi kelimeleri vardı yazsınlar istiyordum. Öyle yani güzeldi, dinamikti onlar için de

Öğrencilerin grupla çalışma ve iş birliği becerilerine ilişkin gelişim süreçleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin Duygu derslerde yapılan grup çalışmalarını geçmişte yaptıkları STEM çalışmasıyla karşılaştırarak grup içi dayanışma ve yardımlaşma konusundaki yaşadığı farklılığı şu sözlerle aktarmıştır:

Duygu: Evet ama STEM'de biz onu böyle bireysel olarak yapmıştık, grupla yapınca daha güzel oluyor. Çünkü grup olunca hem dayanışma oluyor, yardımlaşma oluyor. Mesela sende olmayan bir malzemeyi gruptaki bir arkadaşına söylüyorsun, gruptaki bir arkadaşın getirebiliyor veya o an aklına bir fikir gelmiyor, diğer arkadaşın bir fikir söyleyince hemen aklına geliyor. Ama bireysel olduğunda mesela tek başına yapıyorsun bir tane malzeme bulamıyorsun, onu aramakla uğraşıyorsun

Batuhan ise yapılan etkinliklerle birlikte grupla çalışma becerilerini sergileme imkânı bulunduğunu *“Öğretmenim yani grupla yapınca daha kolay oluyor, daha eğlenceli oluyor. O yeteneklerim içimde değil de dışıma çıkarabiliyorum yani gösterebiliyorum. Normalde böyle şeyler yapamıyorum ama yani biyomimikri dersinde yapabiliyorum.”* sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise ilk defa grup çalışması yaptığını ifade ederek kendinde bu becerinin geliştiğini *“Mesela ben normalde grup çalışmalarında hiç yani hayatımda hiç grup çalışması yapmamış bile olabilirim. Mesela yani bu beni güçlendirdi”* sözleriyle ifade etmiştir. Grup çalışmasıyla daha çok bilgi edinerek görevleri daha kısa sürede tamamlayabildiğini ifade eden Ebru ise bu durumu *“Daha çok fikrim oldu. Hem öğrenirken eğleniyoruz hem grupça şeyler yapıyoruz. Mesela biz o tasarımları bir kişi yani hemen bitiremeyiz ama grupça bir tasarımı bir derste bile bitirebiliyoruz”* sözleriyle ifade etmiştir. Ders dışında da diğer grup üyeleriyle tasarımlar hakkında konuştuklarını söyleyen Semih ise bu konuda edindikleri takım ruhunu *“Mesela teneffüste bazı teneffüsler kendimize ayırıyoruz yani ES Şirketine. O ES Şirketinde aramızda tasarımı nasıl geliştirebiliriz, neler yapabiliriz diye konuşuyoruz.”* sözleriyle aktarmıştır. Elif ise grupla çalışma sürecinde edindiği dayanışma deneyiminin kendisine gelecek yıllarda da katkı sağlayacağını *“Mesela arkadaşlarımla da çalışma bir dayanışma içerisindeyiz, bir hani gruplaşma içerisindeyiz, hani o dayanışma da bana yardımcı oluyor. Mesela bir gün 4. sınıfta bu arkadaşlarımla dayanışma yaptığım için diğer 8., 6., 7. sınıflarda da dayanışmanın benim için yararlı olacağını düşünüyorum.”*

sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin tasarım sürecinde grupta çalışma ve iş birliği becerilerine ilişkin gözlemlerini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Zaten malzeme temini konusunda grupların tasarımlarını listelememiz bizim işimizi kolaylaştırdı. Her türlü malzememiz zaten öğretmen masasında mevcuttu. Çocukların yapacağı fikirler de zaten çizimleri de vardı ellerinde. Çizimleri de olduğu için hani malzemelerini aldılar iş birliği içerisinde çalışmaya başladılar. Mesela bir taraftan birisi yazıcı olup grup değerlendirme dosyasını tutarken; diğerleri tasarımda canla başla ve iş birliğiyle çalıştı. Başta tek tük böyle az katılım gösteren öğrenciler oldu ama sonradan onlar da sürece dahil oldu ve ne yapıldığının farkındalardı. Hani zaten şeyle uğraşmayı çok seviyorlar bir tasarım üstünde birlikte çalışmayı o anlamda çok eğlenceli ve keyifli geçti onlar için.

4.2.1.4.2. Arkadaşlık ilişkileri ve sosyalleşme

Öğrencilerin grupta çalışma ve iş birliği becerilerinin yanı sıra değindikleri bir diğer nokta arkadaşlık ilişkileri ve sosyalleşme olmuştur. İlk derste yapılan grup etkinliğinin ardından Özgür arkadaşlık ilişkilerini geliştirebileceğine dair beklentisini *“Fen dersini biyomimikri ile işlerken arkadaşlarımla daha çok kaynaşacağımı düşünüyorum. Böyle grup yapıp hem ders işleyip hem de arkadaşlığımızı büyüteceğimizi düşünüyorum.”* sözleriyle ifade ederken; Elif yapılan etkinliğin arkadaşlık ilişkilerine katkısını *“Mesela takım çalışması uygulamamız hem güzel olmuştu hem de hiçbir arkadaşımızı dışlamamayı öğrendik. Bu şekilde takım çalışması yapmak güzeldi”* sözleriyle dile getirmiştir. 3. dersin ardından Murat, grup çalışmasıyla sosyalleşerek etkinliklere daha rahat katılım sağladığını *“Bayağı güzeldi yani. Böyle hem sosyalleşiyorum daha böyle utanmadan konuşabiliyoruz yani. Üç kişi olduğumuz için daha iyi oluyor.”* sözleriyle ifade ederken; Aysu da arkadaşlık ilişkilerinde yaşanan sorunları grup çalışmalarında çözebildiklerini *“Mesela arkadaşlarımızla daha da kaynaşabiliyoruz daha arkadaşlarımız artabiliyor. Mesela aramız bozursa bile iyileşebiliyor.”* sözleriyle dile getirmiştir. Duygu ise 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde derste işlenen canlıları teneffüste de tartıştıklarını söyleyerek etkinliklerin sosyalleşmelerine katkı sağladığını *“Sosyalleşmemi de sağladı. Arkadaşlarımla teneffüste konuşuyoruz mesela notilus şöyle şöyle yapıyormuş veya verdiğiniz broşürleri inceliyoruz. Burada Yunancada da denizci anlamına geliyormuş mesela onları falan inceliyoruz. Sonra onlardaki şeyleri inceliyoruz o yüzden sosyalleşmeyi de sağlıyor.”* sözleriyle ifade etmiştir.

Arkadaşlık ilişkileri ve sosyalleşmeye ilişkin öğrencilerin yaşadıkları durum tasarımı sürecinde de devam etmiştir. Örneğin gruplarıyla birlikte yaptıkları tasarım sürecinde arkadaşlık ilişkilerinin geliştiğini ifade eden Özgür bu durumu mıknaş ve demir benzetmesi yaparak şu sözlerle dile getirmiştir:

Özgür: Böyle CEO olduğumuzda arkadaşlarımızla birlikte çalışırken arkadaşlarımızla bağım da arttı mesela. Grup içinde yani mıknaş gibiyiz yani grupta diğer kişilerle demir, nikel, kobalt yani çekiyoruz birbirimizi. Bu her şeyde oluyor grup etkinliklerinde. Mesela bu da işime yaradı tabii. Bağım artınca onlarla takım çalışmamız daha da arttı. Mesela ileride belki kim bilir birbirimizle arkadaşlığımız büyüyünce birlikte bilim adamı oluruz mesela bazı arkadaşlarımızla.

Batuhan ise anlayamadığı arkadaşlarıyla problemlerini çözdüğünü *“Hem bilgi sahibi oluyoruz hem de arkadaşlarımızla aramızdaki problemleri çözmek için güzel bir ders biyomimikri. Mesela ben Ezgi’yi pek sevmiyordum ama artık kaynaştık onunla, anlaşabiliyoruz.”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise uygulanan programın sosyalleşmesine yardımcı olduğunu *“Arkadaş olmakta yardımcı oldu. Çok iyi sosyalleşmeye yani sosyalleşmemi daha iyi yaptı. Ya ben eskiden arkadaş olmakta çok zorlanıyordum. Biyomimikri sayesinde daha kolay oldu. Derste grup oluşturuyorsun, kendince arkadaşlarınla plan yapıyorsun, anlaşıyorsun bir konuda karar veriyorsun.”* sözleriyle açıklamıştır.

4.2.1.4.3. Akran öğretimi

Öğrencilerin grupla çalışma süreçlerine ilişkin değindiği bir diğer durum akran öğretimi olmuştur. Birçoğu gerek ders sürecinde gerekse de tasarım sürecinde yapılan grup çalışmalarının akran öğrenmesine katkı sağladığını dile getirmişlerdir. Örneğin Semih grupla çalıştığında arkadaşlarından da öğrenerek daha çok bilgi edinebildiğini *“Birlik olunca daha güzel bir şekilde çalıştık. Daha çok bilgi edindim. Mesela geçende Elif, ben, Alper çok güzel bir grup oluşturduk. Elif köstebeklerle ilgili bilgi söylemişti ben de yaprak kesici karıncalardan bahsetmiştim. Diğer arkadaşlarımdan da çok bilgi edindim ve kendi araştırdığım şeylerden de bilgi edindim.”* sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise derste duyamadığı bilgiler olduğunda grup arkadaşlarından öğrenebildiğini *“Mesela derste duymadığımız bir yer var diyelim ki arkadaşımızla mesela konuşurken yani ders içinde biyomimikri dersinde konuşmamız gerekirken arkadaşım da onu söyleyince ben yeni bir şey öğrenmiş oluyorum aslında.”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise arkadaşlarının derste verdiği örneklerle öğrendiği bilgileri tazelediğini *“Mesela bilgilerim yenilendi. Semih*

dedi ki mesela gagalarını vurmasıyla zilleri benzettim, mesela ben bunu biyomimikri defterime yazmamıştım. Her gün okuyorum ama yazmadığım için onu mesela unuttum. Dediğinde hatırladım, aaa böyleydi dedim.” sözleriyle dile getirmiştir.

Öğrencilerin akran öğretimine ilişkin değindikleri durum tasarımı haftalarında da devam etmiştir. Örneğin Duygu grup tasarımlarının sunulduğu hafta diğer gruplardan öğrendiği bilgiyi *“Tasarım aşamasındayken mesela Eliflerin şırınga fikrini duyunca wow demiştim, kulağıma çok garip gelmişti. Mesela ben sivrisineğin 6 tane iğnesi olduğunu bilmiyordum. Daha sonra bizi soktuğunda böyle bir salgı salgıladığını bilmiyordum. Daha sonra titreşim yaparak soktuğunu bilmiyordum. Zaten ben grup projelerinde en çok bunu seviyorum. Herkesten farklı fikir çıkıyor ve bunları hiç bilmiyorsan güzel bilgiler öğreniyorsun. “Aaa gerçekten bu mu varmış” diye kendi kendine soruyorsun”* sözleriyle ifade etmiştir Batuhan da gerek grup tartışmalarında gerekse de sunum sürecinde arkadaşlarından farklı bilgiler öğrenebildiğini *“Güzel farklı farklı bilgilerin olması bize çok daha iyi bilgiler kazandırıyor. Mesela ben sunum yaparken olsun, sonra arkadaşlarımla bir şeyler tartışırken olsun bayağı bilgi kazandığımı düşünüyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin grupla çalışma süreçlerinde gerçekleştirdikleri akran öğretimini şu sözlerle aktarmıştır.

Buket Öğretmen: Birebir işin içine girip yaşayarak yaparak kendileri grupça tartışarak öğrendiklerini gördüm ki birbirlerine ilginç gelen, farklı gelen noktaları dürtükleyip anlatıyorlar. “Aa sen bunu gördün mü, bunu fark ettin mi, bu hayvan şöyle yapıyor, aslında bunun şu yapısı varmış” gibi farklı bilgileri diğer çocuklara anlatırken de kendi bildiklerini akran öğretiliyle geçirdiklerini fark ettim. Çünkü kendi bildiklerini de öğretmek anlamında da izah edecek bir ortam yarattık onlara.

4.2.1.4.4. Kendini ifade etme ve iletişim

Öğrencilerin programla birlikte grup çalışması ve sosyal becerilerinin gelişimine yönelik değindikleri bir diğer nokta kendini ifade etme ve iletişim becerileri olmuştur. Birçoğu ders ve tasarım sürecinde yapılan etkinliklerin kendilerini daha rahat ifade etmelerine olanak sağladığını ve iletişim becerilerini kuvvetlendirdiğini dile getirmişlerdir. Örneğin Aysu biyomimikri derslerinden sonra çekinmeden fikirlerini paylaşabildiğini *“Mesela ben önceden bir fikir bulsam böyle çok kişiyle paylaşmazdım, zaten paylaştım da çok bir şey olmazdı. Ama biyomimikri bana söylemeyi öğretiriyor. Ben çünkü çok söylemezdim utanırdım ya böyle derlerse ya beğenmezlerse diye ama biyomimikride böyle fikrimi söyleyince güzellikle karşılandığımdan söylemeyi öğrendim.”* sözleriyle dile getirmiştir.

Benzer şekilde Semih de grup etkinlikleri sayesinde arkadaşlarıyla daha fazla iletişim kurabildiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Semih: Şey ben çok utangaç bir insanım, şu an bile utaniyorum ama daha az utaniyorum. Biyomimikri dersinde kendini öne çıkarıp sunuculuk yapıyorsun arkadaşlarına bilgilerini gösteriyorsun. Ben bu pangolin canlısından bir şey yaptım falan derken kendini ifade ediyorsun bu yüzden kendimi daha çok ifade edebiliyorum. Mesela ben 3. sınıfın başlarında geldim, biraz geç geldiğimden böyle çok utanırdım, böyle kimseyle falan konuşmak istemezdim. Yanımda oturan kişiyle az çok kaynaşmıştık ama biyomimikri dersi gelince öğretmenim daha çok paylaşıyorsunuz grupça düşünceleri, onun farklılığı oluyor.

Tasarım haftalarında yapılan görüşmelerde ise Afra kendini daha rahat ifade edebildiğini dile getirirken toplantıda geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Afra: Mesela çünkü ben çok utangaç biriyimdir kendimi ifade etmekte normalde çok zorlanıyorum ama biyomimikri sayesinde iletişimimi çok daha kolaylaştırdı. Normalde duygularımı, ses çıkarmakta çok zorlanıyorum ama biyomimikride...

Elif: Evet öğretmenim Afra'ya çok katılıyorum önceden Afra hiç kimseyle konuşmazdı, soru sorardım konuşmazdı ama artık ne bileyim içini açıyor, duygularını ifade ediyor. Hani arkadaş sayısı da bundan dolayı. Hani eskiden kendisi takılmayı seviyordu böyle konuşmuyordu. Nedenini bilmiyorum çok kısık sesle iletişimi az kuruyordu ama artık çok da yani harika bir şekilde kendini ifade ediyor.

Afra: Evet dediğim gibi yani iletişimde Elif'in dediği gibi ben çok zorlanan bir insandım ama mesela biyomimikri sayesinde bunu daha çok geliştirdim. Yani ben zorunlu olmadıkça eskiden çok konuşmayı çok sevemiyordum ama bunu zorunlu gibi hissediyorum ve o yüzden mesela daha çok konuşmam gerektiğini düşünüyorum. Mesela gruplarda bunu tartışırken konuşuyoruz. Yani bunu düşüncelerimi ifade etmemde çok büyük bir yararı olduğunu düşünüyorum.

Yapılan etkinliklerin kendini ifade etme becerisinin gelişimine katkısını ifade eden Özgür ise bu durumu “*Zaten önceki derste de söylemiştim. Mesela burada nasıl desem sözlü anlatım var. Sözlü anlatımı yaparken bu konuşmamıza da yardımcı oluyor, nasıl doğru kelimeleri seçeceğimize alıştırmaya resmen. Kelimeleri doğru seçtiğimizde heyecanımızı da yeniyoruz tabii ki. Mesela çok önemli bir konuşma yaptığımızda zaten önceden provalıyız resmen.*” sözleriyle dile getirmiştir. Duygu da gruplarıyla yaptıkları fikir tartışmalarına değinerek iletişim becerisi edinme konusunda geçmişte uyguladıkları STEM’le farklılığını “*Mesela iletişimimize çok yararı oluyor. Biz hiç böyle STEM’de grup çalışması yapmadığımız için hiç birbirimizin fikirlerini alamadık. Böyle saklı kalıyordu. Hiç fikir tartışması yapamıyorduk. Büyüdüğümüzde de ihtiyacımız olacak*

büyüdüğümüzde daha çok gruplaşacağız, ilişkilerimiz daha çok büyüyecek. O zaman işimize daha çok yarayacak bence bunlar” sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin iletişim ve kendini ifade etme becerisi konusunda gözlemlerini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Çocuklara farklı bir deneyim kazandırıyor. Artık kendilerini ifade becerilerinin geliştiğini görüyorum. Kelime hazinelerinde artık o anlatma becerisi ve kelime hazinesini zenginleştirme, kendini topluluk karşısında daha rahat ifade etme bu anlamda geliştirdiler. Zaten tamamen Türkçe dersi kazanımları aslında ki hazırlıklı konuşmalar yaptılar. Yani onlar için üst bir disiplin olan müdüre, hani onların gözünde her zaman biraz daha şeydir böyle hani otorite. Neler tasarladıklarını, ne çıkarımlarda bulunduklarını karşı tarafa izah etmeleri falan güzeldi. Sorulan sorulara verdikleri cevapları da yeterli buldum. Çünkü bunlar sonuçta nihayetinde 9 10 yaşındaki çocuklar ve böyle bir sunum yaptılar. Bunu hiç deneyimlememiş çocuklar var bu yaşına kadar, ilk defa bu kadar kapsamlı bir sunum yaptıklarını gördüm.

4.2.1.5. Anlama ve Öğrenme Becerileri

Öğrencilerde bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri anlama ve öğrenme becerilerinin gelişimi olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte öğrencilerin yeni ve farklı bilgiler öğrenebildikleri, öğrenmenin daha hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştiği, anlama ve akılda kalıcılığın arttığı, fen başarısının desteklendiği ve diğer derslere katkı sağlandığı görülmüştür.

4.2.1.5.1. Yeni ve farklı bilgiler öğrenme

Yapılan ders ve tasarım sürecinde öğrencilerin en sık vurguladıkları noktalardan biri yeni ve farklı bilgiler öğrenme olmuştur. Örneğin 1. dersin ardından Elif derste öğrendiği yeni bilgilerle ilgili *“Bilmediğim yeni şeyler öğrendim. Kartlardaki bilgiler ve izlediğimiz bilgileri. Öğretmenimiz böyle bir şey yaptığı için mutluyum. Bir de tahmin ettiklerimiz, bildiklerimiz, öğrendiklerimiz o kağıttaki etkinlik çok güzeldi. Böylece hayvanlar hakkında fikir sahibi olabildim.”* açıklamasını yapmıştır. Aysu ise 3. dersten sonra öğrendiklerini *“Yeni bilgiler öğrenmemizi sağlıyor mesela hızlıca. Hızlı trenden, şey yalıçapkınından hızlı tren yapıldığını öğrendim. Ondan sonra yusuşuk böceğinden helikopter yaptığını öğrendim. Yani çok katkı sağladı. Daha o konuda daha bilgi edinmemi sağladı.”* sözleriyle dile getirmiştir. Duygu ise 5. dersin ardından önceki derslerde yapılan etkinliklere de değinerek *“Mesela bilmediğimiz hayvanları gördük. Bilmediğimiz ilginç şeyleri öğrendik. Mesela ben hiç kanatlı atlayış tulumu falan*

bilmiyordum. Daha önce de bu kartları eşleştirdik bunlarla ilgili neler yaptıklarını öğreniyorsun bilim adamlarının. Daha sonra başka bambaşka hayvanları öğreniyoruz. Ördek ayaklarını öğreniyoruz, tüm yapılarını öğreniyoruz. Yani onları keşfediyoruz.” açıklamasını yapmıştır. Batuhan da 6. dersten sonra öğrendiği bilgilerle ilgili düşüncelerini *“Valla öğretmenim önceden bilmediğim her şeyi öğrendim. Öğrendiğim şeylerin hiçbirini bilmiyordum. Hiç böyle güvercinlerin gagasında mıknaş olduğu aklıma gelmezdi. Sonra mıknaşın bu kadar işe yaradığını bilmezdim. Hepsini bu derste öğrendim.”* sözleriyle açıklamıştır. Murat ise 7. dersin ardından öğrendiği bilgilerle ilgili *“Öğretmenim yeni bir sürü şey öğrendim. Özellikle ben denizaltılarının nasıl çalıştığını, nasıl suyun dibinde kaldığını falan bilmiyordum veya nasıl öyle denizin dibine inebiliyorlar, nasıl dibindeki su doluyor derste de düşündüm bunları, basınç falan hepsi aklımda kaldı yani hepsinin cevabını öğrendim derste.”* açıklamasını yapmıştır. Sınıf öğretmeni de ders süreci sonunda yapılan görüşmelerde öğrencilerin yeni ve farklı bilgiler öğrenmesine ilişkin görüşlerini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: İlk katkısı şey zaten genel kültür bilgileri çok güzel arttı. Mesela Wing Suit uçuşunu yani artık nerede görseler kavramsal tanımını bile söylemeleri insanların ilgisini çekecektir veya notilusu, denizaltını, güvercinlerdeki mıknaş kristallerini. Kesinlikle çok fazla yeni bilgi öğrendiler. Deneyle de zaten bunu gözlemlediler ve orada da bilmedikleri şeyleri öğrendikleri için çok keyif aldılar zaten.

Öğrencilerin yeni ve farklı bilgiler öğrenmeye yönelik düşünceleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin Elif bilim insanlarının çalışma faaliyetleri hakkında öğrendiği yeni bilgileri *“Sonra ikincisi ise biyomimikri hayatıma girmeden önce ben bilim insanlarını sadece bir hani aklından bir şey üretilip de yaptıklarını düşünüyordum. Ama o bilim insanlarının biyomimikri hayatıma girdiğinden beri aslında hayvanlardan esinlenerek de icatlar yapabildiğini öğrendim.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise süreç boyunca öğrendiği yeni bilgilerle ilgili *“Çok fazla yeni şey öğrendim mesela ben bazı hayvanların olduğunu bile bilmiyordum. Çok az hayvan biliyordum şimdi bayağı bir hayvan öğrendim. Mesela boynuzlu kertenkele hayvanını ilk defa duydum, uçan sincabı, notilusu, gayet güzeldi.”* açıklamasını yapmıştır. Ebru da tasarım sürecinde diğer arkadaşlarından da yeni bilgiler öğrenebildiğini *“Mesela öğretmenim herkes tasarımını yapmıştı ya herkesin hayvanı vardı mesela o hayvanları merak ettiğim için arkadaşlarıma sorduğumda çok garip hayvanlar vardı. Ben mesela onları sorduğumda da yeni bilgiler öğrendim.”* sözleriyle açıklamıştır.

4.2.1.5.2. Daha hızlı ve kolay öğrenme

Öğrencilerin yeni ve farklı bilgiler öğrenmenin yanı sıra değindiği noktalardan bir diğeri sunulan içeriğin diğer derslere göre daha hızlı ve kolay bir şekilde öğrenilebilmesi olmuştur. Örneğin 1. dersin ardından Duygu daha hızlı ve kolay öğrenebilmesine ilişkin yaşadığı deneyimi “*Daha hızlı, normalde ben bu şeyleri böyle aklımda tutmak için mesela 1-2 gün bana zaman olması gerekirdi, birkaç güne öğrenebilirdim ama biyomimikrinin eğlencesi sayesinde daha kolay bir şekilde öğrendim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise 2. dersten sonra “*Öğretmenim bir de böyle daha hızlı öğreniyorum, bir bakmışsın bir sürü bilgi beynime girmiş. Bir dersle iki ders gibi bütün bilgileri kafama sokuyor bir şekilde. Biyomimikriyle fen kolayla mısır gibi.*” açıklamasını yapmıştır. Murat ise 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde daha hızlı ve kolay bir şekilde öğrenebildiğini “*Biyomimikriyle bilgileri alıyorsun hemen beyne yerleşiyor, beyne yerleşince de hemen öğreniyorsun. Kendimiz olsak sıkılırız. Burada arkadaşımız olduğu için önce tartışıyoruz, sonra birisi yazıyor birisi bilgi söylüyor, hepimiz öğreniyoruz. Böyle daha kolay öğreniyorum.*” sözleriyle açıklamıştır. Özgür de yapılan etkinliklerle fen konularının daha kolay öğrenilebildiğini “*Daha kolay öğreniyoruz çünkü mesela artık daha farklı bir şekilde fen işliyoruz, iki farklı şekilde. Mesela bir türde normal işliyoruz, diğerinde mesela böyle bir şeyleri bağlayarak gidiyoruz. O da bence daha güzel oluyor daha çabuk öğreniyoruz.*” sözleriyle açıklamıştır. Batuhan ise 6. dersten sonra yapılan görüşmelerde fen dersi ile biyomimikri dersini karşılaştırarak daha hızlı ve kolay öğrenebildiğini “*Daha çabuk öğrendim. Böyle normal fen dersi işleyince sadece böyle metinler falan okuyorduk, şey yapıyorduk ama bu derste böyle daha farklı şeyler yapıyoruz daha böyle çabuk öğreniyorum ama fen dersinde böyle sadece metin okuya okuya gidiyoruz. Daha şey oluyor, zor öğreniyorum, burada deneyler yaptığımız için daha kolay oluyor.*” sözleriyle ifade etmiştir. Aysu da 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde geçmiş etkinliklere de değinerek fen dersinin daha kolay gelmeye başladığını “*Daha kolay öğreniyorum böyle farklı şeyler yaptığımız için. Daha önce hiç kart oyunu yapmamıştık mesela. Fen bana daha çok kolay gelmeye başladı açıkçası.*” sözleriyle dile getirmiştir.

4.2.1.5.3. Anlama ve akılda kalıcılık

Yapılan dersler ve tasarım süreçleriyle birlikte öğrencilerin değindiği bir diğer nokta işlenen konuların anlaşılabilirliği ve akılda kalıcılığı olmuştur. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde Elif fen konularını biyomimikri etkinlikleri ile işlemenin

akılda kalıcılığı artırdığını “*Böyle fen dersini normal işlemek yerine biyomimikri ile yapmak daha böyle üstünde durup etkinlikler yapmak bence daha kalıcı oluyor beyinde. Hemen unutmuyorsun böyle hemen aklında kalıyor. Sonra bir gün bir daha tekrar ederken “aaa biz bunu biyomimikri de yapmıştık” diyebilmek güzel oluyor.*” sözleriyle ifade etmiştir. Ebru ise 2. dersin ardından yapılan görüşmelerde yapılan etkinlikler ile bilgilerin zihne daha iyi yerleştiğini “*Mesela o öğrendiğim bilgiler benim kafama daha çok oturdu. Çünkü araştırdım, yazdım, onları okudum, izledim. Onları okumasaydım mesela yazmasaydım hiçbir bilgi edinemezdim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan da 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde etkinliklerin normal işlenişe göre fen dersinde kalıcılığı artırdığını “*Biyomimikriyle işlemek daha böyle akılda kaldırıyor ama fen işleyince böyle kitaptan işleyince yani insanın iki günde aklından uçup gidiyor. Dünkü derste şey yaptık mesela deney yaptık. Öbüründe slayttan gittik. Öbüründe yazıcı yaptık. Yani öyle ilginç oluyor, daha iyi oluyor farklı farklı.*” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrendiği bilgilerin aklında daha iyi kaldığını “*Mesela böyle derslerde biyomimikri dersinde, derslerden sonra o kafamdaki bilgiler nedense böyle bir bana bir şey oluyor aklıma kazanıyor. Öbür gün ben yine biyomimikri olacak sanıyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. Duygu da 7. dersten sonra biyomimikriyle işlenen fen konularının daha iyi anlaşıldığını “*Mesela şöyle oluyor hani feni daha iyi anlıyorum, anlamadığımı atıyorum batma yüzmeyi anlamadıysam kesinlikle anlıyorum çünkü onu işlerken bunlarla ilgili minik deneyler yapmak veya bununla ilgili ürettiğimiz yapıları öğrenmek bence çok güzel. Hem fen dersinin tekrarı oluyor hem de fene çok büyük bir katkısı oluyor fen dersine.*” sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin görüşlerine benzer şekilde yapılan etkinliklerin anlama ve akılda kalıcılığı artırdığını şu sözlerle dile getirmiştir.

Buket Öğretmen: Çocuklar bu derste daha kalıcı öğrenmeyi de sağlıyor, iş daha enteresan boyutlara geliyor onlarla canlılarla bağ kurulunca. Öğrenciler açısından rahat anlaşılıyor ve daha kalıcı olarak öğrendiklerini düşünüyorum yani hatırdada daha çok kalıyor. Çünkü konuya birebir uygun ve basitten karmaşığa sistemini kullandığımız için ilkokulda hani bu etkinlikler onların çok algı düzeyine yakın. Öyle çok karmaşıklılaşmıyor. Mesela karmaşıklılaşan noktaları zaten plan hazırlama süreci içerisinde ziyadesiyle düşünmüştünüz. Hani çocukların tabii ki farklı farklı 40 tane çocuklayız ama hepsinin ortalama düzeyde anladığı ve yaptığı, uyguladığı derslerdi. Gayet hepsinde oturdu bilgiler ve uygulamalar da oturdu. Yani anlaşılmayacak hiçbir tarafı yoktu çocuklar açısından.

4.2.1.5.4 Fen başarısını destekleme

Öğrencilerin dile getirdiği konulardan bir diğeri yapılan etkinliklerin fen dersindeki başarılarını desteklemesi olmuştur. Örneğin öğrencilerden Özgür öğrendiği bilgilerin soruları cevaplandırmasında yardımcı olduğunu “...deneyerek gördüğümüz için aklımızda daha çok kalıcı oluyor bu bilgiler. Onun için de fen dersinde bunu hemen söyleyebiliyoruz. Mesela bunun cevabı bu, sınavda da direkt şakır şakır yapabiliyoruz biyomimikri olduğu için. Fen sınavında yardımcı oluyor bana.” sözleriyle dile getirmiştir. Elif ise yapılan derslerin sınav başarısını olumlu yönde etkilediğine dair düşüncesini “Öğretmenim hem fen dersime bence çok katkısı oluyor hani bence 100 almamın faktörünün birazı da biyomimikriden geliyor. Hani yüzde ellisi biyomimikriden yüzde ellisi de işlediğimiz dersten geliyor diye düşünüyorum.” sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise biyomimikri derslerinden sonra fen dersinde daha başarılı olduğunu düşündüğü için ödevlerini yardım almadan yapmaya başladığını “Mesela öğretmenim eskiden fen konusunda çok kötü olduğum için şeydeydim böyle derslerim gerideydi resmen fende. Ödevlerimi yaparken kendim yapıyormuş gibi değil de sanki böyle yardım alıyormuş gibi abimden veya babamdan yardım alıyordum. Ama şimdi mesela öğretmen hafta sonu ödev veriyor o an fen veriyor ya hani ilk feni yapıyorum sonra matematiği yapıyorum sonra Türkçeyi yapıyorum.” sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise yapılan derslerin araştırma ve düşünme becerilerine yardımcı olduğu için fen başarısına katkı sağladığını “Mesela şu an o biyomimikri olmasa fenim kötü olabilirdi. Çünkü bana araştırmada daha çok yardımcı oldu bir şey yaratmada yardımcı oldu, düşünmemi sağladı daha iyi düşünmemi” sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de program kapsamında yapılan derslerin öğrencilerin fen başarısını artırdığına dair düşüncesini dile getirerek sınıfta kullandığı yayının yapmış olduğu Türkiye geneli deneme sınavı sonucunu ve öğrencilerin fen bilimleri, Türkçe ve matematik derslerine ait 1. dönem sınav notlarını paylaşmıştır.

Buket Öğretmen: Şöyle ben yıl sonu ders notu ortalamalarına baktığımda en başarılı dersin fen olduğunu gördüm çocuklarda. Bunu biraz da projeye bağlıyorum açıkçası çünkü hani fen çocukların sevdikleri bir ders ama ekstra biyomimikriyle daha da sevdiklerini ve deneysel olarak dersin kazanımlarına yönelik gittiğimiz için çocuklardaki anlama becerisinin daha da somutlaştığını ve daha yerinde olduğunu gördüm. İkinci olarak da Türkiye geneli deneme sınavları yapıyorum ben çocuklara. Orada da en yüksek ortalama yine fendeydi. Bunun tesadüf olamayacağını düşündüm hani hem Türkiye geneli denemelerde hem de okul ders ortalamalarında fen puanının en yüksek olması hani tesadüf olduğunu düşünmüyorum.

Çünkü daha böyle artık ilgili alakalı ve yaptığımız deneylerle de daha somut bir şekilde cevap verebiliyorlar. O yüzden fen başarısını artırdığını düşünüyorum bu derslerin

Uygulama yapılan şubenin Türkiye geneli deneme sınavı sonucu Görsel 4.35'te yer almaktadır.

Görsel 4.35.

Türkiye Geneli Deneme Sınavı Sonucu

KURUM KARNESİ							
İL	İLÇE	OKUL			SINAV		
ESKİŞEHİR					4. SINIF 3.DENEME		
	TÜR	MAT	SOS	FEN	İNG		
	Türkçe	Matematik	Sosyal Bilgiler	Fen	İngilizce	Toplam	LGS
	Net	Net	Net	Net	Net	Net	Puan
Okul (38)	12,13	11,55	11,63	12,62	7,51	55,44	436,990
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
İlçe (140)	10,44 (1)	9,67 (1)	9,98 (2)	10,59 (1)	6,60 (2)	47,28 (1)	402,390
İl (425)	10,69 (1)	10,10 (2)	10,38 (3)	11,20 (3)	6,74 (4)	49,11 (3)	410,790
Genel (81408)	9,19 (48)	8,34 (77)	9,09 (72)	9,77 (57)	5,81 (95)	42,20 (93)	379,740

Yukarıdaki tabloda okul satırında yazan değerler okulunuza ait ortalamalardır. Bu satırın altındaki oklar, okul ortalamasının genel ortalamaya göre durumunu gösterir. İlçe, il ve genel satırlarında ise; ilçenize, ilinize ve genele ait ortalama gösterilir.

Görsel 4.35'e göre yayını kullanan sınıf olarak sadece programın uygulandığı şube sınava girdiği için "okul" satırında yer alan bilgiler programın uygulandığı sınıfın net sayılarını göstermektedir. Buna göre sınıf öğretmeninin belirttiği gibi öğrencilerin en yüksek başarıyı fen bilimleri dersinde sergiledikleri görülmektedir.

Öğrencilerin fen bilimleri, Türkçe ve matematik derslerine ait 1. dönem not çizelgeleri ise sıralı biçimde Görsel 4.36., 4.37. ve 4.38.'de yer almaktadır.

Görsel 4.36.

Fen Bilimleri Dersi 1. Dönem 1. ve 2. Sınav Notları

S.NO	OKUL NO	ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	SINAVLAR			
			1	2	3	4
1			100	100		
2			92	90		
3			90	100		
4			100	100		
5			85	98		
6			100	98		
7			100	100		
8			100	100		
9			96	90		
10			96	94		
11			100	100		
12			81	90		
13			79	90		
14			100	100		
15			85	95		
16			92	100		
17			94	100		
18			100	100		
19			100	100		
20			96	90		
21			100	100		
22			90	98		
23			100	94		
24			100	98		
25			90	96		
26			70	95		
27			100	100		
28			90	97		
29			100	98		
30			64	85		
31			86	95		
32			92	100		
33			88	95		
34			92	98		
35			100	98		
36			92	96		
37			96	98		
38			96	100		
39			92	98		
40			100	100		

Görsel 4.37.

Türkçe Dersi 1. Dönem 1. ve 2. Sınav Notları

S.NO	OKUL NO	ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	SINAVLAR			
			1	2	3	4
1			98	100		
2			90	95		
3			98	100		
4			100	100		
5			97	100		
6			100	91		
7			91	96		
8			98	100		
9			84	96		
10			93	96		
11			98	100		
12			86	88		
13			94	91		
14			100	91		
15			84	79		
16			100	100		
17			98	88		
18			100	100		
19			100	100		
20			98	88		
21			100	96		
22			100	76		
23			97	100		
24			97	96		
25			100	100		
26			82	70		
27			100	100		
28			96	88		
29			93	96		
30			84	80		
31			93	86		
32			100	96		
33			95	80		
34			96	80		
35			100	100		
36			99	96		
37			93	96		
38			100	100		
39			97	95		
40			100	100		

Görsel 4.38.*Matematik Dersi 1. Dönem 1. ve 2. Sınav Notları*

SIR NO	OKUL NO	ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	SINAVLAR			
			1	2	3	4
1			99	97		
2			88	78		
3			91	100		
4			100	100		
5			78	85		
6			96	97		
7			99	100		
8			97	100		
9			96	94		
10			100	95		
11			94	95		
12			100	82		
13			99	82		
14			100	100		
15			81	75		
16			100	95		
17			70	90		
18			100	100		
19			100	100		
20			94	95		
21			99	100		
22			80	70		
23			87	70		
24			99	97		
25			100	97		
26			60	60		
27			100	100		
28			89	80		
29			93	78		
30			82	65		
31			90	75		
32			97	97		
33			89	97		
34			86	85		
35			100	97		
36			100	100		
37			87	94		
38			100	100		
39			100	100		
40			100	100		

Görsel 4.36., 4.37. ve 4.38' göre öğrencilerin 1. dönem fen bilimleri, Türkçe ve matematik derslerinden aldıkları sınav notlarının ortalaması Tablo 4.13'te yer almaktadır.

Tablo 4.13.*1. Dönem Fen Bilimleri, Türkçe ve Matematik Dersi 1. ve 2. Sınav Notları Ortalaması*

Dersin Adı	1. Sınav Ortalaması	2. Sınav Ortalaması
Fen Bilimleri	93,10	96,78
Türkçe	95,72	93,1
Matematik	93,00	90,50

Tablo 4.13'e göre öğrencilerin program öncesi ve sonrası not ortalamaları incelendiğinde Fen Bilimleri dersi not ortalamasının 93,10'dan 96,78' e yükseldiği görülmüştür. Bu ortalamayla birlikte sınıf öğretmeninin ifadelerine paralel olarak Fen Bilimleri dersi

dönem sonu sınav ortalamasının (2. sınav ortalaması) diğer derslerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.1.5.5. Disiplinler arası öğrenmeye katkı

Derslerden sonra yapılan görüşmelerde değinilen konulardan bir diğeri disiplinler arası öğrenmeye katkı olmuştur. Öğrencilerden bazıları yapılan derslerin ve tasarım sürecinin Türkçe ve matematik derslerine de katkı sağladığını dile getirmişlerdir. Örneğin Özgür tasarım sürecinin sonunda yaptıkları sunuma değinerek Türkçe dersine yarar sağladığını *“Bir de bana diğer derslerde katkısı olduğunu düşünüyorum. Mesela Türkçe. Biyomimikride anlatım yapmıştık mesela Pars’ın icadını ben anlatmıştım. Orada işte Türkçede de düzgün konuşma böyle kelimeleri iyi seçme, doğru söyleme falan var. İşte bunları konuşa konuşa, anlata anlata iletişimimizi de geliştiriyoruz. Mesela arkadaşlarımızla konuşurken, bir metni okurken mesela orada bana yardımcı olduğunu düşünüyorum bunun”* sözleriyle dile getirmiştir. Batuhan ise tasarım sürecinde fikirlerini ürüne dönüştürme aşamasına değinerek matematik dersine katkı sağladığını *“Öğretmenim matematikte de yararı var, yani ikisi de fen, matematik ikisi de sayısal dersi olduğu için. Biyomimikride de ölçümler yapıyoruz, tasarım yaparken düşünülüyor”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise yapılan derslerin birçok disiplin alanını içerdiğini *“Mesela aslında yani biyomimikri yaparken her şeyi yapıyoruz. Sadece biyomimikri yapmıyoruz, fen işliyoruz, sosyal işliyoruz, matematik işliyoruz. Ondan sonra arkadaşlarımızla iletişimi işliyoruz. Yani birçok şeyi işliyoruz aslında.”* sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni ise yapılan derslerin Türkçe, mühendislik ve tasarım, görsel sanatlar gibi farklı disiplin alanlarını kapsadığını şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Yani en çok zaten bu sunum becerisi Türkçe dersini ihtiva ediyor. Onun dışında mesela çocuklar geçen wing suit uçuşunu okuduktan sonra oradan bir çocuğun bu bilgilendirici bir metin demesi Türkçede biz bilgilendirici ve hikâye edici metinler hakkında bir ders işlemiştik. “Aaa bu dedi o zaman bilgilendirici metin kısmına giriyor” diye oradan bir bağlantı kurduğunu orada kulağımla duydum böyle. Hani o disiplinler arası kısımda böyle bir şeye denk geldim. Yaptıkları tasarımlar mühendislik boyutunda, mühendisliğe olumlu tutum geliştirme var, ölçüm yapma var, matematik becerisini kullanma var. Çizimler yaptıkları için onunla ilgili bir kazanımı da ihtiva ediyor. Hani sadece fenle ya da sadece biyomimikriyle sınırlı kalmıyoruz bunları yaparken

4.2.2. Duyuşsal deneyimler

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma sürecinde elde edilen bulgulardan bir diğeri öğrencilerin yaşadıkları duyuşsal deneyimler olmuştur. Geliştirilen programın öğrencilerde ilgi, merak ve heyecan uyandırma, sevmeye, beğenme ve mutlu olma, doğayı ve canlıları takdir etme, gurur, özgüven ve ayrıcalık hissetme gibi olumlu duygular geliştirdiği; azim ve rekabet, endişe ve tedirginlik gibi hedefe yönelik duyuşsal deneyimler hissettirdiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerde görülen bu duyuşsal deneyimlere dair bulgular Tablo 4.14'te yer almaktadır.

Tablo 4.14.

Öğrencilerin Yaşadıkları Duyuşsal Deneyimlere İlişkin Bulgular

Alt Tema	Kategori
Olumlu duyuşsal deneyimler	- İlgi, merak, heyecan uyandırma - Sevmeye, beğenme, mutlu olma - Doğayı ve canlıları takdir etme - Gurur, özgüven ve ayrıcalık hissetme
Hedefe yönelik duyuşsal deneyimler	- Azim ve rekabet - Endişe ve tedirginlik

4.2.2.1. Olumlu duyuşsal deneyimler

Program sürecinde öğrencilerde görülen duyuşsal deneyimlerden ilki yaşamış oldukları olumlu duyuşsal deneyimlerdir. Program boyunca öğrencilerin yapılan etkinlikler ve işlenilen ders içeriklerine yönelik ilgi, merak ve heyecan duydukları, bu etkinlikleri ve ders içeriklerini sevdikleri, beğendikleri ve mutlu oldukları, doğadaki ve canlılardaki stratejileri öğrendikçe onlara karşı takdir duygusu geliştirdikleri ve program sürecinde yer almaktan gurur, özgüven ve ayrıcalık hissettikleri görülmüştür.

4.2.2.1.1. İlgi, merak ve heyecan uyandırma

Uygulanan programın öğrencilerde oluşturduğu olumlu duyuşsal deneyimlerden ilki ilgi, merak ve heyecan uyandırma olmuştur. Program sayesinde öğrencilerde doğaya, canlılara, fen konularına ve biyomimikriye karşı ilgi ve merak uyanmış, etkinliklerden ve tasarım sürecinden heyecan duydukları gözlemlenmiş, bilime ve araştırmaya yönelik ilgi ve merak duydukları görülmüştür. Örneğin 1. derste öğrencilerin kendilerine sunulan canlılara karşı gösterdikleri ilgi ve meraka dair öğretmen ile aralarında geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Burada bir video izleyeceğiz. (Video gösterimi)

Alper: Aaa

Aysu: Öğretmenim besleniyorlar

Semih: Baksana karnına

Öğretmen: O besleyen karınca, şişkin olan asılı duruyor değil mi tavanda?

Akın: Sonra da patlıyorlar mı?

Öğretmen: Yok ağızlarına getiriyorlar acıkan karıncalar ağızlarını değdirip yiyorlar.

Ezgi: Ama çok zor, ölene kadar tavanda mı duruyorlar?

Öğretmen: Yok kuraklık döneminde ama sonradan normal yaşama dönmeleri çok zor oluyor, binlerce minik beyaz yumurta bırakıyorlar bakın.

Öğrenciler: Ooo, vaov

Dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerden Duygu doğaya ve canlılara karşı kendisinde oluşan ilgi ve merakı “*“Keşke bir yerden bal karıncaları çıksa... Valla benim normalde hiç böyle doğaya merakım yoktu. Ama şimdi başka hayvanlar nasıl başka hayvanlar olabilir diye merak ediyorum. Acayip hangi hayvanlar olabilir diye.”*” sözleriyle dile getirmiştir. Batuhan ise 2. derste öğrendiği bilgilere de değinerek daha fazlasını öğrenmek istediğini “*...salyangozların sıvı bıraktığını da bilmiyordum. Daha bir sürü bilmediğim hayvan vardır yani bence benim. Onların hepsini merak ediyorum, yerimde duramam yani o kadar merak ediyorum. Öğretmenim şöyle bir şey olabilir mi? Bir sayfaya şöyle size sorduğum soruları yazsam, sizinle öğle saatlerinde şey yapabilir miyiz?”*” sözleriyle ifade etmiştir. Öğrencilerin canlı ve biyomimikri örneklerini eşleştirdikleri kart eşleme oyununda sergiledikleri ilgi, merak ve heyecan süreci ise 3. derse şu şekilde yansımıştır:

Mete: ... Planör yaz, planör yaz. Arı bal petekleri

Pars: Reflektör, kedi nerede? Kediye bulun bana kediye bulun, kedi nerede? Mete kediye bul oradan.

Mete: Şurada galiba bu

Pars: Kedilerle fosforlar arasında bir ilişki var. Semih reflektörle kedi yaz. Çünkü bak gözleri fosforlu. Reflektör

Özgür: Aaa lotus çiçeği. Burada burada lotus çiçeği burada.

Mete: Şu işte (Su itici kumaşı gösteriyor)

Özgür: Sonra yunus yunus. Yunus burada

Semih: Uçak

Pars: Lotus çiçeği ne o?

Mete: Su itici kumaş

Özgür: Boyasız kumaş

Pars: Şu şu şu

Mete: Şey drone da şu...

Meriç: ...Öğretmenim bitti, öğretmenim

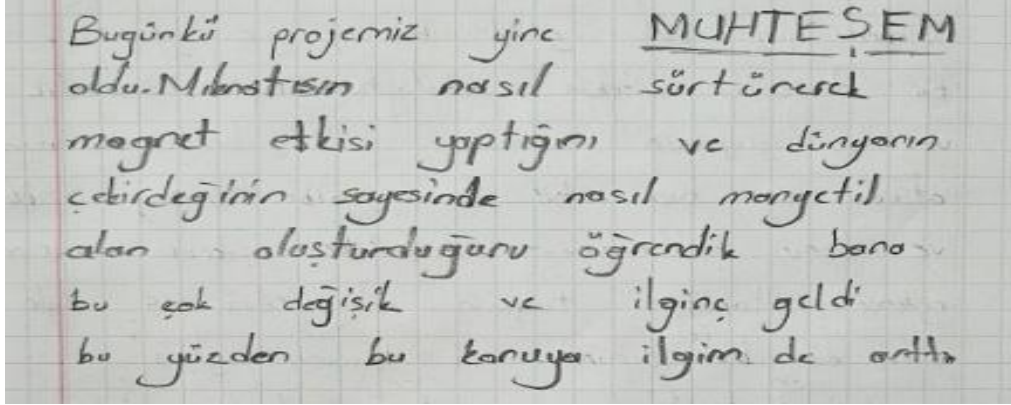
Tuğra: Öğretmenim bitti bitti bitti

Ebru: Öğretmenim biz bitirdik

Dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerden Ebru yapılan etkinliklerin kendisinde uyandırdığı heyecan ve öğrenme isteğini “Ben ilk başta böyle çok heyecanlandım. Yapamayacağını zannetmiştim ama kolay geldi. ... Hemen böyle yapmayı, yapma isteği duydum. Yazma sırası, hemen böyle ilk yazma şeyini bitirmek, sonra o kartlardaki yazan şeyleri öğrenmek. Onlar beni çok heyecanlandırdı.” sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde kendisinde oluşan biyomimikriyi öğrenme merakına değinerek üniversitelerde yapılan projeleri görmek istediğini “Öğretmenim bizi çalıştığınız üniversiteye götürebilirsiniz diye düşünüyorum. Bir gün işte oraya götürebilirsiniz. Ben üniversitenize gidip orada yaptığınız biyomimikri ile ilgili deneyleri işte yaptığınız projeleri bize inceletebilirsiniz.” sözleriyle ifade etmiştir. Özgür de 6. derste yapılan etkinliklerin işlenen fen konusuna olan ilgisini artırdığını Görsel 4.39’da yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.39.

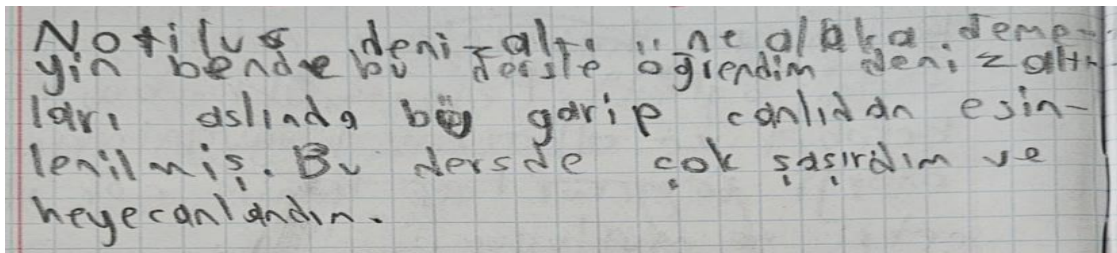
İlgi, Merak ve Heyecan Uyandırma-Özgür’ün Günlüğü



Batuhan ise 7. derste görmüş olduğu canlı ve geliştirilen icada ilişkin yaşadığı şaşkınlık ve heyecanı Görsel 4.40’ta yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

Görsel 4.40.

İlgi, Merak ve Heyecan Uyandırma-Batuhan’ın Günlüğü



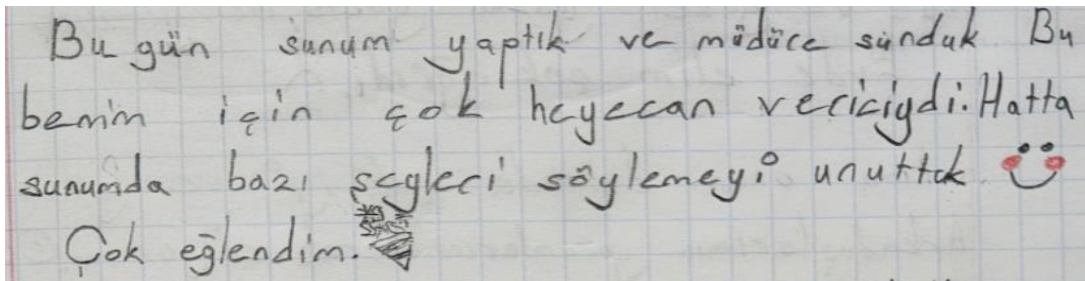
Ders sürecinde öğrencilerin ilgi, merak ve heyecanlarının uyandığına dair gözlem ve düşüncelerini anlatırken kendi heyecanını da dile getiren sınıf öğretmeni ise bu konudaki duygu ve düşüncelerini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Yeni bilgiler öğrenmek ya da çocukların işte bu yeni bilgileri keşfetmesi kesinlikle çocuklar açısından da benim için açımdan da heyecan verici oldu. Biyomimikriye dediğim gibi hep evet ilgi duyuyorlar ve sabırsızlıkla şeyi bekliyorlar artık kendi ürünlerinde ne oluşturabileceklerini. Eminim onlar da bu konuda çok heyecanlılar, ben onlardan daha çok merak ediyorum zaten. Hatta bir sergi olayı kesinlikle olmalı, çocuklar bu konuda bir ürün çıkacaklar, yapacaklar ve onları yetişkinlere anlatacaklar bu fikirlerini. O sıra göreceğiz aslında yani çocukların şu anda yaşadıkları heyecanı. O son noktada kendileri de bir ürün oluştururken aşamaları çok güzel takip edeceklerine inanıyorum ben.

Öğrencilerin ders sürecinde yaşadıkları ilgi, merak ve heyecan tasarım süreçlerinde de devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Duygu kendi ürettikleri fikri ürüne dönüştürdükleri için yaşadığı heyecanı *“Mesela bir mucit atıyorum buluş yapsa biz de onun maketini yapsak aynı şey, yani hiçbir değişiklik olmazdı, sıkıcı bir hâl alırdı, yani hiç zevk almazdım ama kendi yaptığımız bir şeyi tasarlayıp dönüştürdüğümüz için mutlu oldum ayrıca da heyecanlandım.”* sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise kendi tasarım fikrinin ürüne dönüşmesinden yaşadığı heyecan ve merak duygusunu *“Kendi tasarım olunca çok bana kıymetli geliyor, merak ediyorsun nasıl olacak diye. Zaten şu an yapım aşamasında son hali nasıl olacak diye ben de çok heyecanlanıyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise grup tasarımlarını sunarken yaşadığı heyecanı Görsel 4.41’de yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

Görsel 4.41.

İlgi, Merak ve Heyecan Uyandırma-Elif’in Günlüğü



Sınıf öğretmeni de öğrencilerin sunum sürecinde yaşadıkları heyecana dair gözlemlerini ve düşüncelerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Heyecanlılardı, onlar çok daha heyecanlılardı çünkü farklı kişilere sunmak onlar için bambaşka bir deneyimdi. Çünkü klasik olarak genelde zaten onları her

zaman dinleyen ben ve dinleyen siz dışında farklı etkenler girdi ortaya. Orada heyecanlandılar hatta sonrasında bana kimdi Elif söyledi ben orada dedi çok heyecan yaptım dedi bir anda anlatamadım, 6 tane iğne ucunun ne işe yaradığını o an dedi kaçırmışım dedi, heyecan doruktaydı onlar için.

4.2.2.1.2. Sevme, beğenme, mutlu olma

Uygulanan programın öğrencilerde oluşturduğu duyuşsal deneyimlerden bir diğeri programı sevme, beğenme ve mutlu olmadır. Program boyunca öğrenciler; canlıları ve biyomimikriyi öğrenmekten keyif aldıklarını, doğaya ve canlılara karşı sevgilerinin arttığını, etkinlik, materyal ve grup çalışmalarını beğendiklerini, eğlenerek öğrenme deneyimi yaşadıklarını, fen dersini daha çok sevmeye başladıklarını ve programdan memnun kaldıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Duygu 1. derse dair memnuniyetini *“Bence normal fen dersi mi dersek biyomimikri mi dersek biyomimikri kesinlikle. Yani bu zamana kadar niye böyle bir şey yapmadım diye düşünüyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise 2. dersin ardından kullanılan materyallere dair beğenisini *“Mesela sizin böyle projeksiyondan yansıttığınız şeyleri böyle, videoları çok beğendim. Farklı farklı canlıları inceleyince çok hoşuma gitti. Mesela ben onları televizyonu açtığımda bulamıyorum ama şimdi bulabiliyoruz sayenizde.”* sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise derslerde yeni canlılar öğrenmekten ve kısa sürede bilgi edinmekten duyduğu memnuniyeti *“Bence çok güzel bir şey. Hem yeni hayvanları öğreniyoruz hem de özelliklerini. Gerçekten bu kadar eğlenceli olmamalı yani çok eğlenceli. Üstelik fende bu kadar çok ilerlememiştik ve biyomimikride bir tane ders öğrenince her şeyi öğrenmiş gibi oluyorum ben.”* sözleriyle ifade etmiştir. 4. derste yapılan perde ayak deneyinde ise öğrencilerin kendi aralarında geçen konuşmaların bazıları şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Şimdi deneyini yapan deney kağıdına yazsın.

Öğrenciler: Yazdık

Emirhan: Tuğraa nasıldı?

Tuğra: Mük mük mü-kem-mel

Sedef: Böyle poşetli elimle o kadar güzel oluyor ki

Eray: Bir de poşet daha çok şey yapıyor daha çok su itiyor

Murat: Çok güzel, çok güzel Metee, Mete çok güzel, çok güzel. Çok güzel bir duygu, çok güzel duygu

Tuğra: Ben böyle şey görmedim

Hakan: Abi eve gidince poşetle elimi bağlayacağım sonsuza kadar böyle suyla şey yapacağım çok güzel ders

Meriç: Poşetli elde aradan su geçemediği için daha da böyle daha da çok su itiyor.

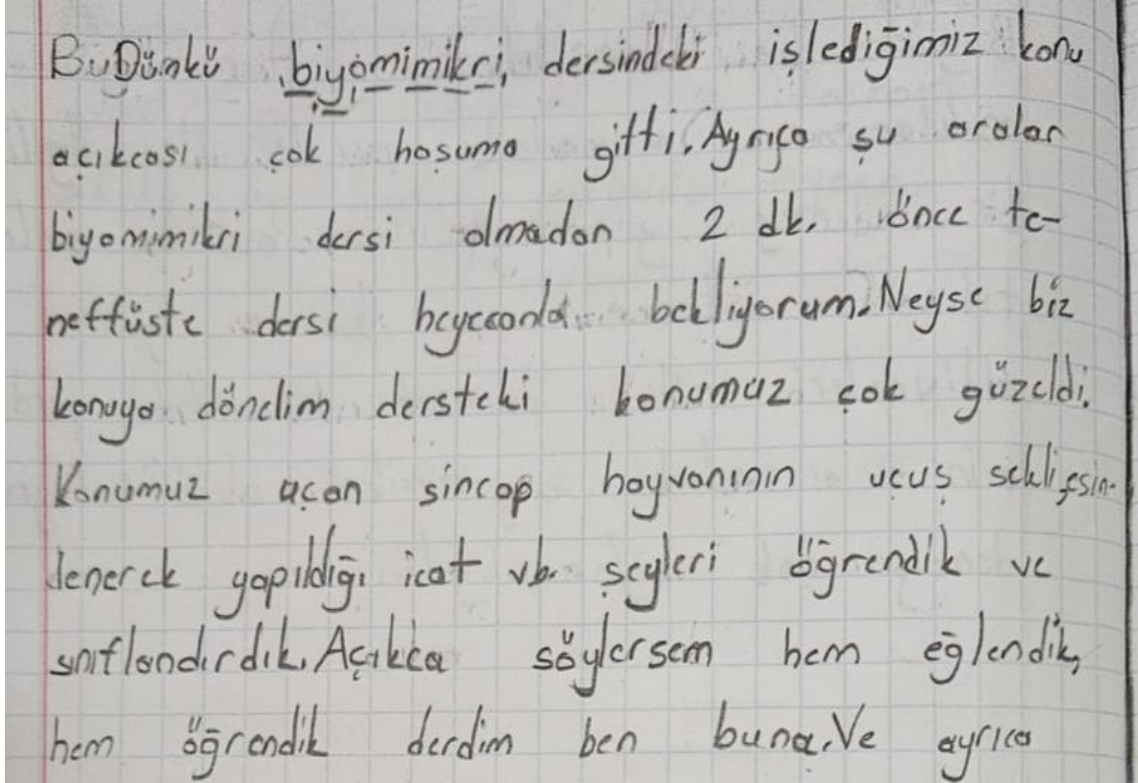
Batuhan: Aradan su geçmiyor, suyu hiç geçirmiyor değil mi?

Meriç: Aynen

Dersten sonra yapılan görüşmelerde Murat program sayesinde fen dersini daha çok sevmeye başladığını “Ben normalde fen en sevmediğim ders gibi bir şeydi ama biyomimikri gelince daha çok sevdim. Normalde fenle çok alakam olan alakası olan bir insan değilim ama biyomimikriyle işleyince daha eğlenceli geliyor. Deneyler yapınca öğreniyorum.” sözleriyle dile getirmiştir. Özgür ise 5. derste işlenen konuya ve programa dair beğenisini Görsel 4.42’de yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

Görsel 4.42.

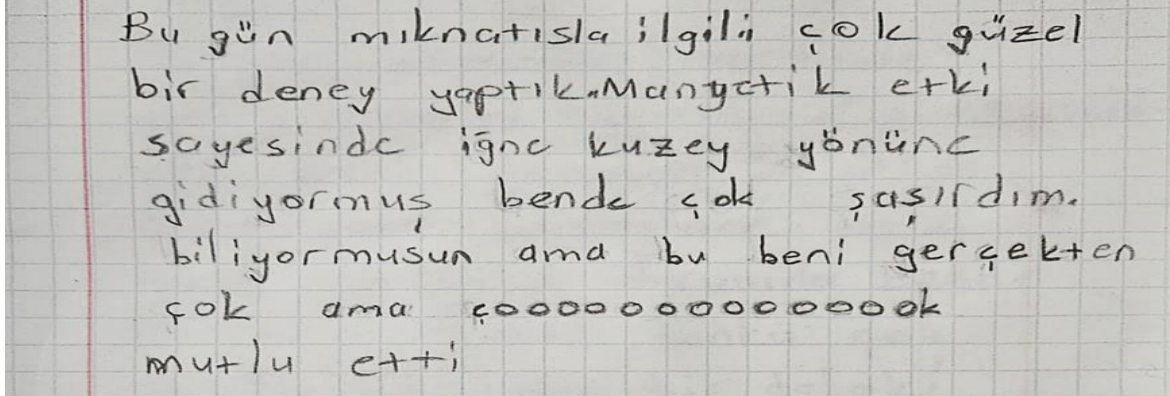
Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Özgür’ün Günlüğü



Afra da 6. derste yapılan deney ile birlikte öğrendiği fen konusuna dair mutluluğunu Görsel 4.43’te yer alan günlüğüne şu şekilde yansıtmıştır.

Görsel 4.43.

Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Afra'nın Günlüğü



7. dersten sonra yapılan görüşmelerde Batuhan ise etkinliklere dair beğenisini ve canlılara karşı sevgisindeki artışı şu sözlerle aktarmıştır:

Batuhan: Heyecan, neşe, mutluluk. Bir kere deney çok güzeldi, kâğıtta hepsini doğru işaretledim. Şu şirket şeyine de bayıldım, hani denizaltı alıyorduk ya şirkete o paracıkları sayıyorduk denizaltı için o da çok güzeldi. Sonra arkadaşlarımla yapmak güzeldi. Bir de ben canlıları severim ama su altı canlılarını hiç merak etmemiştim. İşte su altı canlılarını işleyince onlara da sevgim arttı.

Sınıf öğretmeni de son dersin ardından yapılan görüşmelerde öğrencilerin işlenen derslerden mutlu olduklarına ve keyif aldıklarına dair gözlemini anlatırken kendisinin de bundan mutlu olduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Kesinlikle keyif alıyorlar. Daha böyle dikkatli dinlediklerini görüyorum öğrencilerin, enteresan geliyor böyle, kulaklarını dört açarak dinliyorlar. Çünkü normal fen derslerinde dinliyor fakat dönütlerinde bana çok tatmin edici bir dönüt vermiyor ama burada bakıyorum hat safhada ilgiyle dinliyor ve öğrenmeye çalışıyor. Yani çok keyif alıyorlar ve biyomimikri dersini çok heyecanla soruyorlar bana. Perşembe günü bayağı bir ısrar ettiler bugün yapmayacak mıyız diye. Hayır dedim cuma günü yapacağız. Hani çocukların ilgi alakasının da olması benim çok hoşuma gidiyor. Gayet güzel ve başarılıydı.

Öğrencilerin programa dair memnuniyetleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Ebru grupça yaptıkları fikir tartışmalarından ve tasarım haftalarından duyduğu memnuniyeti “Öğretmenim ben böyle etkinlik yapmayı çok sevdim. Fikir tartışmaları “Onun yerine şunu yaz, kutup ayılarından bu olabilir” böyle fikir tartışmaları yaptık. “Pamuk ip kullansak daha sağlam olurdu hem pamuk biraz daha katı” falan öyle şeyler konuştuk. O yüzden ben çok güzel bir hafta geçirdim.” sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise program sürecinde canlıları ve biyomimikriyi tanıma, derslerde

deneylerden yararlanma, grup çalışmasıyla ürün tasarlama gibi noktalara değinerek programdan duyduğu memnuniyeti şu sözlerle dile getirmiştir:

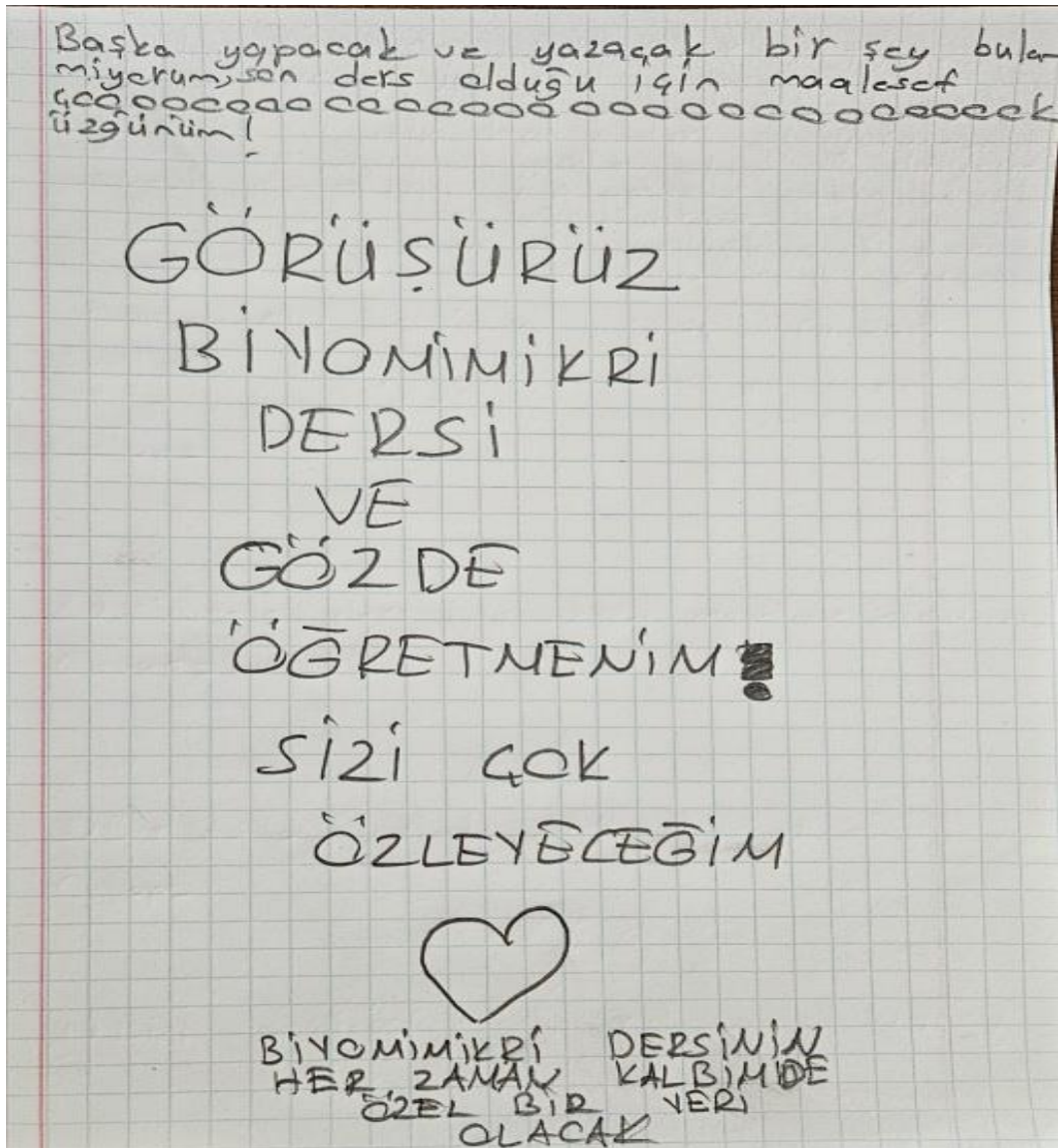
Duygu: Eğer bir daha yapılabilseydi ölene kadar yapabilirdim. Çünkü biyomimikri benim sevdiğim her şeyi içeriyordu. Mesela canlıları tanıyorduk, hayvanların özelliklerini ve onlardan ilham alınarak neler yapıldığını öğrenmiştik. Ondan sonra mesela kendi tasarımlarımızı yaparken grup çalışması yaptık. Sonra şirket kurduk başka başka şeyler yaptık ve bunlar benim çok hoşuma gidiyordu. Mesela deneylerden bahsetmek gerekirse deneyler zaten üste çıkarıyordu beni. Zaten seviyordum bir de deneyler olunca daha da üste çıkıyordu

Murat da derslerde öğrendiği bilgilere ve yapılan etkinliklere değinerek fen dersini daha çok sevmeye başladığını ve programa ilişkin memnuniyetini şu sözlerle aktarmıştır:

Murat: Öğretmenim dersler mükemmeldi. Hepsini öğrenmek çok güzel bir duygu. Böyle hayvanları araştırıyorsun. Hayvanların yapılarını hangi hayvandan, hangi şeyi özenerek biyomimikri tasarımını yaptıklarını. Biyomimikri zaten canlı doğayı taklit etmek. Mesela yusufçuk böceğinden helikopter yapmışlar, ayçiçeğinden güneş panelleri yapmışlar, biz de kendi tasarımımızı yaptık. Yani farklı şeyler öğrenince feni sevmem de daha çok arttı. Mesela matematiği seviyordum feni pek sevmiyordum. Sonradan biyomimikriyi görünce yani feni sevmem arttı diğer derslerden daha üstün yani. Diğer dersler eğlencesiz geliyor yani sürekli test çözüyoruz ama bu derste feni biyomimikriyle işliyoruz.

Öğrenciler memnuniyetlerini dile getirmenin yanı sıra, birçoğu programın bitmesinden duydukları üzüntüyü de günlüklerine yansıtmışlardır. Örneğin sınıftaki diğer öğrencilerden Emre programın kendisi için değerini ve bitmesinden duyduğu üzüntüyü Görsel 4.44'te yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

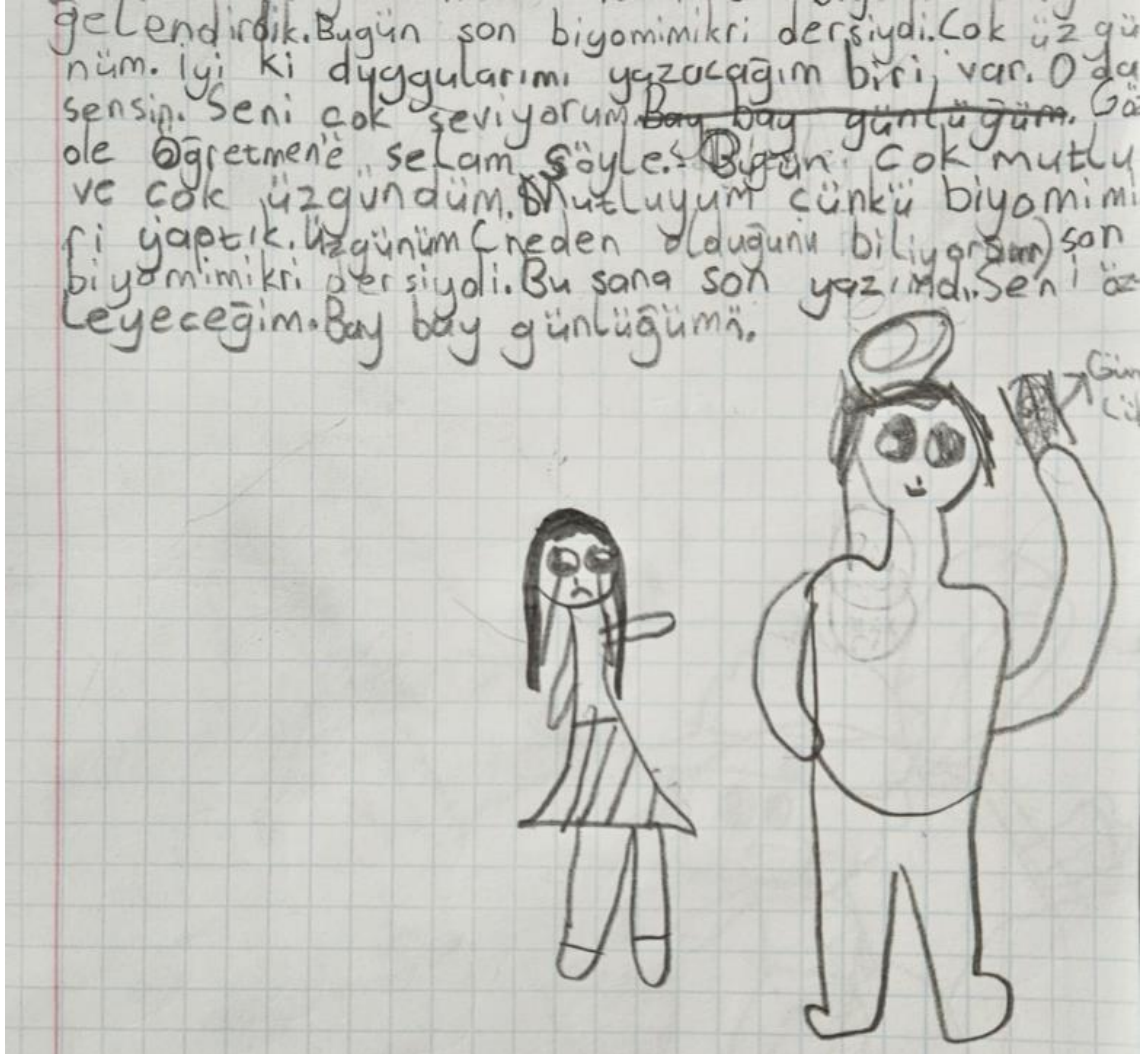
Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Emre'nin Günlüğü



Ecem ise programın bitişinden duyduğu üzüntüyü ve günlüğü ile arasında kurduğu bağı Görsel 4.45'te yer alan günlüğüne şu sözlerle yansıtmıştır:

Görsel 4.45.

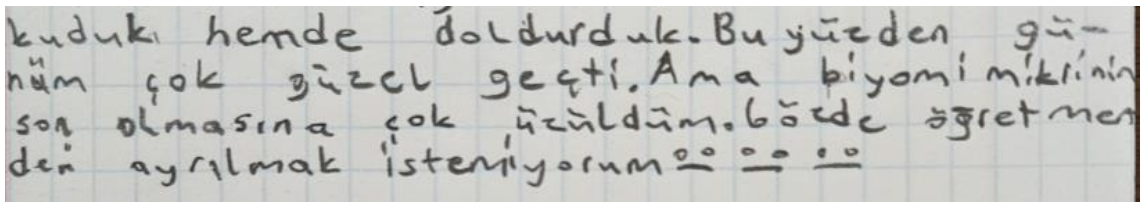
Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Ecem'in Günlüğü



Duygu da son ders olmasından duyduğu üzüntüyü Görsel 4.46'da yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

Görsel 4.46.

Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Duygu'nun Günlüğü



4.2.2.1.3. Doğayı ve canlıları takdir etme

Öğrencilerin program süresince yaşadıkları bir diğer olumlu duyuşsal deneyim doğayı ve canlıları takdir etme olmuştur. Öğrenciler canlıların özelliklerini ve biyomimikriyi

öğrendiklerinde sahip oldukları stratejilere şaşırmışlar, hayranlık duymuşlar ve gözlerinde yüceltmişlerdir. Örneğin 1. dersin ardından Duygu ağaçkakanları insanlarla karşılaştırarak sert darbelere rağmen etkilenmemelerine ilişkin duyduğu hayranlığı *“Mesela böyle ağaçkakanların gagaları ile nasıl çekiç gibi yiyeceklerini sakladığını da bilmiyordum çok etkileyiciler yani çok güçlüler mesela benim geçen sene kafama taş değmişti buram böyle kanamıştı yani onlar nasıl kanamıyor şaşıyorum.”* sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise canlıların beklemediği yetenekler sergilediklerini *“Canlıları böyle karıncaları küçük, böyle hiçbir şey yapamaz sanıyordum. Birden bir baktım bayağı iş başarıyorlarmış. Böyle bir sürü canlının böyle kendisi yemeklerini sakladığını öğrendim. Yemeklerini hemen direkt mideye indirdiklerini düşünüyordum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise 2. dersin ardından kaplumbağaların 200 milyon yıldır dünyada var oluşundan duyduğu şaşkınlığı ve stratejilerine duyduğu hayranlığı araştırmacıya şu sözlerle ifade etmiştir:

Afra: Yani hiç bilmiyordum bu hayvanları. Kaplumbağaların sadece yavaş yürüdüğünü biliyordum. Ben sanıyordum ki yani 200.000.000 yıl öncesine kadar yaşadıklarını bilmiyordum. En fazla 99 yıl falan sanıyordum ama 200.000.000 yıl dediğinizde çok şaşırdım. Yani öyle onu duyunca gözüm fal taşı gibi açıldı. Bayağı şaşırdım. Bir de nesilleri tükenmemiş, dinozorların tükenmiş ama dinozorlar zamanından beri duruyorlar.

Araştırmacı: Aynen öyle 200.000.000 yıldır varlıklarını sürdürüyorlar ve ömürleri de uzun. Bir tane kaplumbağa vardı derste gördük, dünyada en uzun yaşayan...

Afra: Evet yavaş oldukları için. Böyle koşuyoruz falan zıplıyoruz, bizim ömrümüz daha azalıyor. Onları yavaş yavaş hareket ettikleri için 200.000.000 yıldır varlar

Öğrencilerden Aysu ise 3. dersin ardından yapılan görüşmelerde canlıların sahip oldukları özelliklerle insanlara ilham verebilmesinden duyduğu şaşkınlığı *“Mesela şunu hiç unutmuyorum, öbür derste yapmıştık yunuslardan bir tane uçak türü yapılmıştı, hiç aklıma gelmezdi ya uçmayan, hatta karada bile olmayan yüzen bir hayvandan düşünsenize bir uçak yapıyoruz. Burnunun, kuyruğunun sivrilğine bakarak.”* sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde doğadaki farklı canlıların varlığına, özelliklerine ve insanlara ilham vermesine olan şaşkınlığını ve hayranlığını *“Yani hayvanların bu kadar tuhaf olduğunu bilmiyordum. Biz hep kedi, köpek gördüğümüz için bizim tuhafımıza gitti. Kunduz, ornitorenk, pelikan falan bunları görünce çok şaşırmıştım. Mesela kuğuların fren gibi suya inişleri ve deney benim çok ilgimi çekmişti. Hatta onlardan ilham alıp deniz uçaklarını yapmışız ama onlar bunu kimseye sormamışlar.”* sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan ise bu canlılardaki yapıları

insanlarla karşılaştırarak duyduğu hayranlığı “*Şu perde olayını çok sevdim. Keşke bizim de perde ayağımız olsa diyorum şu an. Çok sevdim o perdeli şeyi. Hayvanlar ne kadar şanslı, çok hızlı yüzyüyorlar. Zaten öyle icatlar yapmışlar ama direkt bizim elimiz de öyle olsa daha iyi olurdu.*” sözleriyle dile getirmiştir. Ebru da 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde canlıların insanlara ilham vermesine vurgu yaparak gösterdiği takdir ve hayranlığı “*Öğretmenim hayvanlar mesela hayvanlardan esinlenerek bir şeyler yapmışlar canlılardan esinlenerek. Bu hayvanlar olmasaydı mesela hiçbir şey olmazdı.*” sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise 6. dersten sonra önceki öğrendiği biyomimikri örneklerine de değinerek doğanın sahip olduğu zekâyâ duyduğu hayranlık ve saygıyı “*Mimesis canlıları taklit etme. İşte canlıları taklit etme de aynen dediğiniz gibi oluyor yani şöyle mesela biz yusuçuk böceğinden helikopter pervanesi yapıldı demiştik. Bunları bilim insanları yapıyor. Başta insanlar akıl edemiyor. Canlılar daha iyi akıl ediyor.*” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde derslerde öğrendiği canlılara örnek vererek sahip oldukları stratejilere duyduğu hayranlığı şu sözlerle ifade etmiştir:

Aysu: Mesela notilustan bir tane örnek vereceğim öğretmenim bir de başka bir hayvanlara örnek vereceğim. Notilus kendi içindeki suyu böyle hızlıca boşaltabiliyordu ya o an onlara bir hayranlık duygusu yaşadım. Bir de ben bir tane kurbağa türü vardı gözleri kıpkırmızıydı. Ben onun özelliklerini öğrenince çok şaşırdım. Ben normal bizim gözlerimiz gibi sanıyordum meğerse kırmızıymış. Düşmanı korkutuyor, renkleri de hiçbir hayvanda olmadığı için hayvan şaşıyor, korkuyor, onu zehirli sanıyor.

Öğrencilerin canlıları ve doğayı takdir etmeye yönelik duyuşsal deneyimleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin Özgür insanların diğer canlıları taklit etmesine vurgu yaparak kendisinde oluşan saygı ve hayranlığı “*Mesela hayvanlar düşünemiyor derler ya ben derslerimizden sonra hayvanları gözümde daha da büyüttüm. Çünkü hayvanların bizi taklit etmesi biraz zor bir olay olduğu için bizim onları taklit ederek böyle bir şeyler yapmamız onlara saygımızı artırdı.*” sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise ilham alınan varlıklar olarak diğer canlıların insanlardan daha üstün olabileceğini “*Beni şaşırtıyor. Bir de şu var biz dünyada bunlara ihtiyaç duyuyoruz ve biz onlardan esinleniyoruz. Yani onlar demek ki bizden bir üst seviye hani “onlar da canlı” derler ya onlar bizden 100 seviye bile daha fazla çünkü biz ihtiyaç duymuşuz notilustan ilham alarak böyle bir şey yapmaya.*” sözleriyle ifade etmiştir. Aysu ise tasarım haftalarındaki tartıştıkları canlıların özelliklerine hayranlık duyduğunu şu sözlerle dile getirmiştir:

Aysu: Öğretmenim hayvan olmak istiyordum o an mesela. Tasarımları dinlerken o hayvana dönüşmek istiyordum çok güzel özellikleri oluyordu çünkü hayvanların. Mesela arkadaşım kedi diyor keşke kedinin bir özelliğini söylüyor mesela gözündeki şey o an ben keşke kedi olsaydım diyorum. Ondan sonra bize zürafa diyor keşke zürafa olsaydım diyorum. Biri başka bir şey diyor keşke o olsaydım diyorum.

Sınıf öğretmeni de öğrencilerde gözlemlediği doğaya ve canlılara karşı takdir duygusunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: “İnsan düşünen bir varlıkken hayvanlar içgüdüsel olarak düşünmeden bile bunları becerebilmişler aslında insanlar doğayı taklit etmişler” bunun farkına vardılar. Yani “çünkü yüzyıllar öncesinden gelişmiş bir sistemleri var onların. Bizler bunu son yıllarda daha yoğun yapmaya başladık. Demek ki biz onlardan birçok şeyi öğrendik. İzleyerek doğayı daha da izleyerek başka şeyler yapabiliriz aslında” gibi bir düşünce hâkim oldu.

4.2.2.1.4. Gurur, özgüven ve ayrıcalık hissetme

Öğrencilerin program süresince yaşadıkları bir diğer olumlu duyuşsal deneyim gurur, özgüven ve ayrıcalık hissetme olmuştur. Programla birlikte öğrenciler kendilerinden ve programda yer almaktan gurur duyduklarını, özel, önemli ve ayrıcalıklı hissettiklerini, kendilerine olan inanç ve özgüvenlerinin arttığını ve daha bilgili/başarılı hissettiklerini dile getirmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Özgür programa katılmaktan duyduğu gururu “İyi ki katılmışım çünkü kendimle hem gurur duydum hem çok sevindim. Çünkü feni normalde de seviyorum ama şimdi daha çok üniversitedeymişim gibi hissediyorum” sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise öğrendiği bilgileri çevresiyle paylaşırken gururlandığını “Mesela bu ne diye sorduklarında cevap vermek çok gurur verici bir şey. Arada oluyor mesela sitede benden büyük abilerim, ablalarım var böyle 6.,7.,8. sınıflara gidenler var. Onlar daha bu konuları bilmeden bu hayvanları bilmeden ben onlara söylüyorum. “Aaa nereden biliyorsun” dediklerinde ben çok mutlu oluyorum. Gurur verici bir şey daha çok bilgili birisi olmak.” sözleriyle dile getirmiştir. Ebru ise canlılar hakkında bilgi sahibi olmaktan yaşadığı gururu “Aslında bazı hayvan, bizim işlediğimiz bazı hayvanları biliyordum ama bazılarını bilmiyordum, özelliklerini bilmiyordum. O bilgilere sahip olmak çok gurur verici bir şey.” sözleriyle ifade etmiştir. Elif de son hafta yapılan tasarımları paylaşma sürecinde yaşamış olduğu gururu “Ben önce kendimle ilk olarak gurur duydum hani o stresi üstümden atabilip o sunumu düzgün bir şekilde sunabildikten sonra nasıl yaptım bunu diye düşündüm. Sonra müdürümüz, Onur Öğretmen, gelen öğrenciler beğenince hem kendimle hem de takımımın gurur duydum.”

sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de programın öğretmenler odasında dikkat çektiğine değinerek diğer öğretmenlerin yaptıkları yorumlardan duyduğu gururu şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: ...Hani zaten şey vardır bizim okulda, iyi bir şeyi birisi yaptığı zaman diğerlerinin hemen böyle bir ilgisini çeker. Sen yaptıysan mutlaka biz de denemeliyiz algısı vardı o da çok hoşuma gitti. Hani onu da söylediği için ben de çok gurur duydum hani sen yapıyorsan varım. Bu kadar eğlenmişsen kesinlikle iyi bir şeydir falan gibi bu yorumlar hoşuma gitti...

Öğrenciler programa katılmaktan duydukları gururun yanı sıra kendilerini özel, önemli ve ayrıcalıklı hissettiklerini de belirtmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Duygu uygulanan programı özel derse benzeterek hissettiği ayrıcalığı *“Mesela öğretmenimiz bu biyomimikriyi anlatırken özel bir ders gibi siz de anlatırken mesela özel bir ders gibi geliyor sanki. Bu dersi öğrenmek ayrıcalık aslında”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise fen dersinin normalden farklı işlenmesinin kendini özel hissettirdiğini *“Normal bir fen dersiyle kıyaslarsam beni heyecanlandırıyor, herkes normal fen dersi işlerken ben bunları deneylerle araştırma yaparak arkadaşlarımla öğreniyorum. Nasıl desem, sanki biz gitmişiz böyle biz özel okuldayız sanki böyle özel okulun özeli özeli özeli. Biyomimikri dersi bana böyle hissettiriyor yani.”* sözleriyle dile getirmiştir. Aysu da programda kendi sınıflarını daha özel hissettiğini *“Diğer sınıflar mesela bunları görmüyor. Biz tasarım yaparken kendimi onlardan daha üstün görüyorum fen dersinde. Daha bilgili, daha farklı görüyorum diğer sınıflardan”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de gerek kendisi için gerekse de öğrenciler için programın sağladığı ayrıcalık hissini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Ayrıcalıklı hissediyorum gerçekten çocuklara da ayrıcalıklı hissediyorum. Hani diğer dersleri sonuçta 4 gün boyunca işliyorum mesela bir cuma günü 2 saat fedakârlık ediyorum ya da belki 3 saat ama orada çocukların başka düşünce becerisi geliyor, el becerisi geliyor. Ben çocuklar için çok ayrıcalıklı bir fen eğitimi ortamı yaratmış oluyorum böylece. Hani bunları da yapmak lazım. O yüzden çocuklar da ayrıcalıklı ben de ayrıcalıklı hissediyorum.

Program sürecinde öğrenciler aynı zamanda daha bilgili ve başarılı hissettiklerini, kendilerine olan güven ve inançlarının arttığını ifade etmişlerdir. Örneğin tasarım haftalarında yapılan görüşmelerde öğrencilerden Elif kendini daha bilgili hissettiğini ifade ederken Afra ile aralarında şöyle bir konuşma geçmiştir:

Elif: Afra sen de hiç kendini böyle bu projeyi yaparken bilgili hissettin mi ben çok hissettim de. Böyle hem heyecanlı hem de bilgili hissettin mi?

Afra: Evet hissettim

Elif: Ben de hissettim yeni bilgiler öğrendikçe hem kelime hazinemiz hem de zekâmız gelişti bence ve çok şey eklendiğini düşünüyorum

Ebru ise yeni ve farklı bilgiler öğrendikçe kendini daha bilgili ve bilim insanı gibi hissettiğini *“Kendimi bilim adamı gibi şey bilgili hissediyorum, onun gibi hissediyorum. Yani o biyomimikri gününde her gün farklı, yeni şeyler öğreniyoruz, deniyoruz. Mesela bir günde iki bilgi öğreniyoruz, iki konuda.”* sözleriyle ifade etmiştir. Aysu ise program sayesinde kendini daha başarılı hissettiğini *“Deneyler yapmamız beni böyle daha da işte daha da bilgili yaptı, derslerimde daha başarılı olmamı sağladı. Deneme sınavlarında artık ben de yüksek almaya başladım. Geçen sene sonuncu olmuştum deneme sınavında. Bu sene artık modumu yükselttim, daha iyiyim.”* sözleriyle dile getirmiştir. Semih de tasarımlarını ortaya koyduktan sonra duyduğu başarı hissini *“İnsanın sanki onu yapınca küçücük bile bir şey yaptığında hani bunu ben mi yaptım, bu kadar güzel olmuş bunu ben mi başardım diyebiliyoruz.”* sözleriyle aktarmıştır.

Öğrenciler program boyunca kendilerini bilgili ve başarılı hissetmelerinin yanı sıra inanç ve özgüvenlerinin arttığını da belirtmişlerdir. Örneğin Duygu program sonunda kendisinin de artık problem çözebileceğini ve tasarımını gerçeğe dönüştürebileceğini *“Öğretmenim ben kendim de artık bir problem çözebilirim hatta büyüdüğümde kendi yaptığım fikri gerçekleştirmeye çalışacağım.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise yeni tasarımlar yapma konusunda biyomimikrinin kendisine güven verdiğini *“Böyle doğadan canlılara bakarak icatlar yapmayı öğreniyoruz. Sadece böyle kendi kafamızdan değil diğer canlılardan da bir şeyler öğreniyoruz. İşte bu yüzden de o kısa sürede yaptığımız icatlar kendimize güven veriyor.”* sözleriyle dile getirmiştir. Afra ise canlılardan tasarım fikri üretebileceğine dair kendisinde oluşan inancı *“Mesela ilk ben şey düşünüyordum nasıl bir canlıdan şey bulacağız, asla bulamayız hiçbir şey mümkün değilmiş gibi geliyordu. Ama Duygu’nun balon balığından kafa bandını yapınca daha çok öyle şeyler olabilir diye düşündüm. Çünkü mesela Duygu onu bulduktan sonra o bulduysa ben de bulabilirim dedim.”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin problem çözmeye yönelik kendilerine olan inançlarının ve güvenlerinin arttığına dair düşüncesini şu sözlerle belirtmiştir:

Buket Öğretmen: Yani şey var cidden böyle biyomimikriyle bir problemi çözebileceklerine inandılar ve güvendiler. Sen de onları dinledin gerçekten hani başından savma hiç şey yapmadın. O konuda çocuklar daha da heyecanlı yaklaştılar. Hani bir amaca ulaşacaklarını gördüler. Daha profesyonel düşünmeye başladılar. Hani bunu özellikle ben başka çocuklarla ya da başka sınıftaki çocuklarla sohbet ettikleri zaman bizimkilerin daha bilmiş tavırlarını görüyorum. Daha böyle hayır, onun aşaması var, onu şöyle başlatabilirsin hemen dan diye bunu düşünemezsin. Hadi bir çizelim, gel önce bak nasıl çizeceğiz aklımızdakini kâğıda dökmemiz lazım gibi söylemlerini koridorda geçen gün nöbetçiymen fark ettim. Yani diğer sınıflarla biyomimikri yapmayan sınıflarla kıyasladığımda bilimsel beceri olarak benim sınıfım kesinlikle çok çok daha farklı düşünüyor ve farklı bir şekilde bakıyor olaya.

4.2.2.2. Hedefe yönelik duyuşsal deneyimler

Geliştirilen programda öğrencilerin yaşadıkları duyuşsal deneyimlerden bir diğeri hedefe yönelik duyuşsal deneyimler olmuştur. Yapılan etkinlikler ve tasarım sürecinde öğrenciler daha fazla bilgi edinme, daha başarılı olma, grup görevlerini yerine getirme gibi konularda gerek bireysel gerekse de grup olarak azim ve rekabet duygusu yaşadıklarını zaman zaman da endişe ve tedirginlik hissettiklerini ifade etmişlerdir.

4.2.2.2.1. Azim ve rekabet

Öğrencilerin program sürecinde yaşadıkları hedefe yönelik duyuşsal deneyimlerden ilki azim ve rekabet duygusu olmuştur. Öğrenciler yapılan derslerle birlikte hem öğrenme hırslarının arttığını hem de gruplar arası rekabet duygularının geliştiğini dile getirmişlerdir. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde Elif yeni bilgiler öğrenmeye yönelik öğrenme hırsının arttığını “*Daha çok hırslandım çünkü böyle garip ve ilginç bilgiler dikkatimi çekti ve beni daha çok hırslandıracağını düşünüyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. Özgür ise yapılan etkinlikte yaşadıkları rekabet duygusunu “... *Arkadaşlarımla böyle hızlı, hırslı bir şekilde böyle ilk biz bitireceğiz falan böyle güzel yapacağız diye en güzel biz yapacağız diye düşünüyorduk hepimiz beraber.*” sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise derste sunulan bilgileri öğrenerek daha başarılı olmaya çalıştığını “*Biyomimikri olmasaydı ben bilmiyordum zaten oradan araştırarak bilgi öğrenmeye çalıştım ve arkadaşlarımdan daha iyi olmaya çalıştım.*” sözleriyle belirtmiştir. 3. derste yapılan kart eşleştirme etkinliğinde ise sınıfta yaşanan gruplar arası rekabetin bir bölümü derse şu şekilde yansımıştır:

Öğretmen: Evet cevabımız radar

Öğrenciler: Yeess

Hale: Olley

Semih: İyi ki göz atmışım be
Tuğra: Öğretmenim doğru yaptık.
Öğretmen: Çünkü radarlarda da yarasalarda da
Cemre: Ses şeyi var
Mete: Ses frekansları sayesinde
Öğretmen: İyi bir ses duyusuna sahipler
Hale: Öğretmenim biz çok iyi gidiyoruz
Meriç: Bir yanlısımız var ya
Tuğra: Onların da iki oldu
Ahmet: Aa bak onların da iki yanlışı oldu
Mete: Son iki kaldı, son iki
Semih: Onlar da doğruysa...

5. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise Ebru biyomimikrinin kendisine farklı geldiğine değinerek yeni bilgiler öğrenmeye hırslandırıldığını *“Böyle daha bir hırslandırıyor biyomimikri dersi, çünkü biyomimikri dersi farklı bir ders. Hani böyle hiçbir derse böyle hiç benzemiyor. En güzel ders gibi her şeyi öğrenmek istiyorum.”* sözleriyle dile getirmiştir. Duygu da fen dersine olan öğrenme hırsını artırdığını *“Daha böyle hırslı, daha heyecanlı öğrenmeye başladım. Yani daha öğrenme isteğim fazlalaştı, daha böyle yani fen dersi olunca hiç böyle heyecanlanmıyordum. Normal ders diyordum, geçiyordum. Ama böyle biyomimikriyle olunca ben böyle heyecanlanıyorum ve daha çok öğrenmek istiyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Benzer şekilde Batuhan da 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde fen dersine ve biyomimikriye yönelik artan öğrenme hırsını *“Öğrenme hırsum daha çok arttı. Fene ilgim daha çok arttı zaten en sevdiğim derslerdi daha da çok arttı.”* sözleriyle dile getirmiştir. Tasarım haftalarında ise Elif diğer gruplara karşı yaşadıkları rekabet duygusunu *“Hani diğer kişiler ne gibi şeyler yapmış, onlardan yola çıkarak ve biz bunlarla kendimizi yarıştırdık hani rakip gördük ve bizler de sunuma dökmek bizim için çok güzel bir şey oldu.”* sözleriyle dile getirmiştir.

4.2.2.2.2. Endişe ve tedirginlik

Öğrencilerde hedefe yönelik duyuşsal deneyimlerden bir diğeri endişe ve tedirginlik olmuştur. 7 haftalık ders sürecinde Afra derslerden ve grup etkinliklerinden önce tedirginlik yaşadığını belirtmiş sonrasında ise bu duygunun değiştiğini ifade etmiştir. Örneğin 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde Afra yaşadığı başarısızlık endişesini ve ders içinde yaşadığı duygu değişimini şu sözlerle dile getirmiştir:

Afra: Yani çok güzel. Bütün duygularım karışık benim aslında bu derste. Çünkü yani ben bütün duyguları yaşıyorum neredeyse. İlk sınıfa girdiğimde bir heyecanlanıyorum, bir korkuyorum yapamayacağım diye ondan sonra stres oluyorum utanıyorum. Sonra değişiyor, söylediğiniz şeyleri yapıyorum. Duygularım da değişiyor sonradan mesela korkmaktan heyecanlanmaya, heyecanlanmaktan mutlu olmaya ondan sonra hep öyle değişiyor.

7. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise grup etkinliği öncesi diğer kişilerle anlaşama endişesini *“Öğretmenim çok güzeldi, çok heyecanlandım, biraz korktum çünkü mesela yani anlaşılamayacağım bir gruba düşersen, yapamayacağım gruba düşüp beni dinlemezlerse diye korktum biraz ama hiç öyle bir duruma düşmedim.”* sözleriyle dile getirmiştir. 1. tasarım haftasında ise fikrinin beğenilmemesi ihtimalinden yaşadığı endişeyi *“Mesela bazen içimde bir tedirginlik oluyor. Çünkü mesela ya yapamazsam ya olmazsa gibi mesela düşünceler oluyor aklımda ya başaramazsam ya çok kötü bir şey düşündüysem ya asla olmazsa gibi. Yani mesela ben kutup ayılarından kamera lensi demiştim. Onu bulduğumda kesin olmayacak diye bir şey düşünmüştüm.”* sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise 2. tasarım haftasında eksik malzeme getirip tasarımın yarım kalması ihtimalinden duyduğu endişeyi ifade ederken öğrencilerden Aysu ve araştırmacı ile arasında geçen konuşma şu şekilde olmuştur:

Elif: Öğretmenim mesela ben şöyle bir duygu yaşamıştım. Ya birimiz bir eşyayı unutursak, aklımızdan çıkarsa, projemiz yarım kalırsa

Aysu: Aynı korku bende de vardı

Araştırmacı: Sonra ne oldu peki?

Elif: Öğretmenim endişelerime değmedi, malzemelerimiz yanımdaydı

Semih ise tasarımlarının yarım kalmasından duyduğu endişeyi *“Öğretmenim güzel geçti ama bir ara hani tamamlıyorduk ya o an bir malzeme kaybolacak diye korkmuştum. Çünkü mesela kartonla kaplama kısmı vardı bizim, yetiştiremedik ilk. Sanırım biz kaplamasız çıkacağız falan diye düşünmüştüm.”* sözleriyle dile getirmiştir. Özgür ise tasarımları sunma sürecinde aksilik yaşama ihtimalinden duyduğu endişeyi *“...Sonra tabii ki her ister istemez müdüre sunduğumuz için heyecanlıydı takımımız. Sonra bir daha sunduk hani bir aksilik çıkmadı. Normalde aksilik çıkacak diye korkmuştum ama bu sıradan sunarmış gibi sunduk ve müdürün de beğendiğini ben umuyorum. Zaten çok güzel olmuştu.”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise sunum sırasında hata yapmaktan duyduğu endişeyi *“Sınıfa sunmak da beni biraz heyecanlandırdı. Biraz da endişelendim. “Acaba kötü yapacak mıyım, acaba öğretmenime şey mi düşeceğim, kötü duruma mı düşeceğim” diye korkular oldu. Müdüre sunarken daha da böyle heyecanlandık ama korktuğumuz*

gibi olmadı.” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise tasarımları sunma sürecinde yaşadığı endişeyi “Öğretmenim sunumu hazırlarken ben gayet rahattım hatta provada kendim şey yaptım ama sunma işinde nedense böyle biraz korkuyorum yapamayacağım diye. Yani tek başıma yapsaydım ben korkudan herhalde konuşamazdım. Yani grup çalışması en azından sadece ben sunmak zorunda değildim başkası da sunmak istiyorsa o sunabiliyor.” sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise grup sunumlarını yapmadan önce duyduğu endişeyi ve sonrasındaki değişimi şu sözlerle dile getirmiştir:

Duygu: Ben de en başta ne bileyim böyle ya yapamazsak diye bir korkuya ben de şey oldum ama sonra yapınca zaten insan rahatlıyor. Güzel geçti yani ilk başta böyle stresli olabiliriz Afra’nın da dediği gibi ama sonradan zaten rahatlıyorsun bitiyor. O hiç gitmeyecek değil zaten, boşunaymış gibi oldu biraz. Hani ne bileyim başka sınıflardan çocuklar da gelince onlar da gördüler böyle onlar da arkadaşlarına şey söyleyebilirler, güzel bir şey bence.

4.2.3. Tutum, motivasyon, davranış

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma sürecinde elde edilen bulgulardan bir diğeri olumlu tutum, motivasyon ve davranış geliştirme olmuştur. Süreç boyunca öğrencilerin ders içi motivasyonlarının yüksek olduğu, ders sonrası öğrenmeye yönelik tutum, motivasyon ve davranış geliştirdikleri, gelecek dersler için beklenti ve istek duydukları, gelecek yaşantılara katkı sağlayacağını düşündükleri ve biyomimikriyi gelecekte kullanma motivasyonu içerisine girdikleri görülmüştür. Öğrencilerde görülen tutum, motivasyon ve davranış gelişimine dair bu bulgular Tablo 4.15’te yer almaktadır.

Tablo 4.15.

Öğrencilerin Tutum, Motivasyon ve Davranış Gelişimine İlişkin Bulgular

Alt Tema	Kategori
Ders içi motivasyon	• Derse/ etkinliklere odaklanma, aktif katılım isteği • Sıkılmadan ders işleme • Uygun zorluk düzeyi
Ders sonrası etki/ motivasyon	• İstekle çalışma/ araştırma/ tekrar etme/ inceleme • Öğrendiklerini kaydetme • Öğrendiklerini çevresine anlatma/ paylaşma • Dersi/ programı tavsiye etme • Gerçek yaşamla ilişkilendirme
Gelecek derslere motivasyon	
Gelecek yaşantılara katkı/ motivasyon	• Eğitim hayatına kullanma • Meslek hayatında kullanma • Gerçek yaşamda kullanma

4.2.3.1. Ders içi motivasyon

Öğrencilerde tutum, motivasyon ve davranış gelişimine ilişkin gözlemlenen durumlardan ilki ders içinde sergiledikleri motivasyon süreçleridir. İşlenen dersler ve tasarım süreçlerinde öğrencilerin derslere ve etkinliklere odaklanarak aktif katılım isteği gösterdikleri, sıkılmadan ders işledikleri ve zorlanmadan öğrendikleri görülmüştür.

4.2.3.1.1. Derse etkinliklere odaklanma/ aktif katılım isteği

Öğrencilerin ders içi motivasyon süreçlerinde gözlemlenen durumlardan ilki derse/ etkinliklere odaklanma ve aktif katılım isteği gösterme olmuştur. Örneğin 1. derste öğrencilerin grup etkinliğine odaklanma ve katılım isteklerine ilişkin geçen konuşmaların bazıları şu şekildedir:

Alper: Durun herkes bir tane kart alsın, değerlendirmeleri sırayla soralım

Elif: Arılar peteklerde biriktirdikleri bal özündeki suyu sizce neden buharlaştırırlar? Bence yiyecekleri bozulmasın diye

Hale: Bence de

Öğretmen: Çocuklar herkes bir dakika kartları bir kapatsın, kartları kapat yerinde kal. Her grup kendine bir tane yazıcı belirlesin

Semih: Ben ben ben

Hale: Ben hızlı ve güzel yazabilirim

Alper: Durun herkes buraya en güzel yazısını yazsın

Sedef: Ben yazabilirim

Elif: Ben de yazabilirim

Alper: Herkes gelsin, süre turalım

Aysu: Ben olayım ya ben olmak istiyorum

Elif: Herkes kendi ismini yazsın...

Dersten sonra yapılan görüşmelerde Semih kendisinde oluşan derse katılım ve öğrenme isteğini *“Önceden test yaparken böyle sadece testi bitirmek için yapıyorduk ama şimdi isteyerek yapıyoruz, yani heyecanlanıyoruz, öğrenmek için heyecanlanıyorum ben.”* sözleriyle dile getirmiştir. Batuhan ise 2. dersten sonra derse katılım ve söz alma isteğini *“Bizim bilgiler hakkında konuşmamız çok güzel oluyor. Bu bilgiler hakkında konuşurken 3 dakikanın geçtiğini anlamıyorum bile. Sonra parmak kaldırırken o söz alma isteği, bir bakmışım son derse gelmiş.”* sözleriyle ifade etmiştir. Murat ise etkinliklere isteyerek katılım gösterdiğini *“Normalde canımız istemediği zaman şey yapıyoruz sadece ders olduğu için yapıyoruz yoksa yapmıyoruz ama bu etkinlikler öyle değil, canımız istediği için yapıyoruz. Birlik olmamız yani grup çalışması yapmamız daha güzel oluyor.”*

sözleriyle dile getirmiştir. Afra da 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde dersleri daha dikkatle dinleyerek katılım gösterdiğini *“Çok abartıyorum gibi gelecek ama kesinlikle bu dersi çok sevdim ve sonuna kadar dinleyebilirim. Her zaman kulaklarımı dört açarak dinliyorum, gerçekten çok eğlenceli bir ders ve derslere daha iyi katılıyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. 7. derste ise öğrencilerin teneffüs zili çalmasına rağmen gösterdikleri devam etme istekleri ders sürecine şu şekilde yansımıştır:

Emirhan: Zil çaldı, biz devam edelim

Elif: “Geliştirilen ürünün şekli ve yapılarının biçimi işlevselliğini belirler.” Evet, bakın şurada nerede olması lazım. Suyun her yere eşit dağılmasını sağlıyor silindir olması, evet

Sedef: Buldum arkadaşlar, “fazla insan taşıyabilmesi ve tonlarca ağırlıktaki deniz suyuna dayanabilmesi için silindir şeklinde tasarlanmıştır. Şekilleri sayesinde suda daha hızlı ilerleyebilmekte ve buzul gibi engelleri kırarak daha rahat aşabilmektedirler”

Alper: Öğretmenim burası tıkr tıkr işliyor

Sınıf öğretmeni de bu derste öğrencilerin etkinliklere katılım ve odaklanma süreçlerine ilişkin gözlemlerini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Şirket kurup o şirketle ilgili tartışma süreçleri zaten en uzun sapağımız orasıydı ama ben 4 ders yapmamıza rağmen biyomimikriyi yani altını çizerek söylüyorum 4 ders olmasına rağmen çocukların son dakikaya kadar hâlâ aktif kalabilmelerini hayretle izledim. Çünkü hâlâ böyle yazmaya çalışıyorlar, fikir üretmeye çalışıyorlar hani sıkılmadılar, bıkmadılar öf pöflenmediler. Deneyde mesela ilk tahminlerinde dibe batır demişlerdi ama bunun neden yüzdüğünü daha dikkatli dinlediler. "Aaa" falan çok heyecan yaşadılar hatta. “Ama biz bir kere o pipetin altında açık olduğunu bilmiyorduk” dediler ama bak dedim ben size göstermiştim ama bu onlar için daha kalıcı oldu.

Öğrencilerin derse/ etkinliklere odaklanma ve aktif katılım süreçleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Murat tasarım sürecinde yaşadığı görev motivasyonunu *“O tasarımlarda da konuştuklarımızı daha çok mantıklıya çevirmek istedim, bazen aklıma gelmedi ama bunu yapmaya çalıştım.”* sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise grupta zaman zaman görev alma isteği nedeniyle uyuşmazlıklar yaşandığını şu sözlerle belirtmiştir:

Elif: İlk önce de dediğim gibi grup çalışması daha iyi oluyor. Bazen tartışma da oluyor bana niye az görev veriyorsun diye ama aslında orada herkesin bir görevi var. O an daha büyük görev alındıysa o fikri söyleyenler aslında. Çünkü o projeyi daha iyi biliyor. Sonra zaten fikir benimse mesela “İlkin bana yardım eder misin?” diyorum, birlikte yapıyoruz.

Ebru ise tasarım için hazırladıkları sunuma gösterdikleri özveriyi “*Öğretmenim hani Semih de demişti ya sunumla ilgili şey, bizim sunum açıldı ama slayt gösterisi yapamadık yaa. Yapsaydık biz de böyle geçiş şeyleri falan eklemiştik böyle parçalanıyordu tekrar geliyordu çok güzeldi.*” sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin sunuma hazırlık sürecinde gösterdikleri çabaya dair izlenimini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Öğrenciler projelerini çok güzel bir şekilde sundular. Böyle sanki öncesinde şey yapılmış gibi bir demosu yapılmış da sunmuşlar gibi. Oysaki neredeyse hiç demo yapmadık çocuklar tamamen kendileri hazırlandı, kendileri sundu. Ama hazırlıklarının iyi olduğunu gördüm. Slaytlar işte sunumlarını hepsini açık ve anlaşılır bir şekilde yapmışlardı, onun için de çok rahattılar, ifade olarak da rahattılar çok keyifli ve memnun ayrıldı çocuklar. Sonrasında da bana sordular zaten nasıldı beğendiniz mi ya da işte müdürümüz beğenmiş mi diye. Evet dedim çok beğenmiş hani tasarımlarınızı, çok güzel şeyler duyduğumu söyledim. Bu da onları tabii ki çok mutlu etti, yaptıkları şeyi seviyorlar inanıyorlar dediğim gibi. O yüzden de anlatılırken de kendileri çok hâkim bir şekilde anlattılar, böyle keyifli güzel bir ders geçti benim için.

4.2.3.1.2. Sıkılmadan ders işleme

Öğrencilerin uygulanan program sürecinde değindikleri noktalardan bir diğeri derslerde sıkılmamaları ve istekle dahil olmalarıdır. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde Batuhan normal derslerden farklı olarak bu dersin kendisini sıkmadığı için daha hızlı geçtiğini “*Etkinliklerde bayağı iyi vakit geçirdiğimi düşünüyorum ve hiç sıkılmıyorum çünkü bir ders 40 dakika boyunca çok uzun bir saat geçiyor ama ben o bana 5 dakika gibi geçiyor. Çok güzel bir ders.*” sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde biyomimikriyle ders işlenirken sıkılmadığını “*Yani bundan önce sıkılıyordum dersleri dinlerken bir tek konuları bitirmek için yapıyordum testleri. Ama şimdi biyomimikride öğrendiğim bilgileri içine katarak daha eğlenceli bir şekilde yapıyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde biyomimikri derslerinde sıkılmadığını ve daha uzun sürmesini istediğini “*Bence daha hızlı geçiyor çünkü bu deneyler hani sıkmadığı için düz bir ders işlemektense sıkmadığı için daha eğlenceli geldiği için hızlı, böyle akışına bırakıyoruz. Mesela biz 3 ders boyunca biyomimikri yapıyoruz, sanki bir ders işlemiş gibi geliyor. Hatta süremiz yetmiyor. Bence bir hafta boyunca böyle biyomimikri yapalım.*” sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de yapılan etkinliklerle öğrencileri sıkmadan öğretimin sağlandığını “*Çünkü çocukları gerçekten geliştirdiğimize inanıyorum hani böyle düz ve sıkıcı çocukların ilgisini çekmeyecek şekilde değil, aşama aşama çocuklara bir şeyler katıyoruz ve bunların*

hepsini iğne oyası gibi tek tek işliyoruz. Hani böyle sıkıcı, yapmış olmak için değil, gerçekten bir şeyler kazandırmak için.” sözleriyle ifade etmiştir.

Öğrencilerin derslere sıkılmadan dahil olmalarına ilişkin görüşleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Semih normal işleniş sürecinde dersleri sıkıcı bulduğunu dile getirerek uygulanan programdaki etkinliklerden ve tasarım sürecinden sıkılmadığını *“Normal ders değil bana göre hem deney de yapıyoruz o derste. Yani normal sadece kitaptan test çözmek değil, o biraz da sıkıcı oluyor zaten ama bunu böyle anlatarak, deney yaparak bu icadı da yaparak, icat bularak yaptığımız için yani bana bu beden dersi gibi bir şey geliyor aslında biraz da.”* sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan ise program sonunda yapılan görüşmelerde derslere sıkılmadan katılım gösterdiğini *“Diyelim ki ben gıcıklık yapmak isteyen bir çocuğum ve dersi dinlememek istiyorum ama böyle bir imkânım yok zaten ders çok ilgi çekici ve hani katılmayınca sıkılıyorsun öyle bir şey.”* sözleriyle dile getirmiştir.

4.2.3.1.3. Uygun zorluk düzeyi

Program sürecinde öğrencilerin dile getirdiği konulardan bir diğeri derslerin uygun zorluk düzeyinde işlenmesi olmuştur. Bu sayede öğrencilerin ders içi motivasyonlarının devam ettiği görülmüştür. Örneğin 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde Elif uygulanan etkinliklerin kendisini zorlamadığını *“Takımca yaptığımız şeyler çok güzeldi. Bir de hani hiç fazladan ders yükü gibi gelmedi sanki böyle ılık ılık geliyor, ılık ılık ilerliyoruz siz bizi zorlamadınız.”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde korktuğu gibi zorlanmadığını *“Heyecanlıydım, mutluydum ilk biraz korktum. Ondan sonra yeniden heyecanlandım. Heyecandan korktum gibi bir şey oldu. Yapamayacağım diye korkmuştum biraz. Ama yapınca çok mutlu oldum.”* sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde grupta çalışma süreci ve etkinlikler sayesinde öğrenirken zorlanmadığını *“Anlamadığım hiçbir konu yok çünkü böyle eğleniyoruz. Birlik, oyun, videolar izlemek böyle birlik olmadan tek tek yapsak daha zor olur, aklımızda kalmaz. Hem bazıları bir grup oluşturuyoruz beş kişi. Birisi yazıyor, birisi düşünüyor, birisi el kaldırıp söylüyor öyle daha kolay.”* sözleriyle ifade etmiştir. Özgür de derslerde yaşadığı uygun zorluk düzeyi sayesinde öğrenme kapasitesinin geliştiğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Özgür: Beni daha da geliştirdiğini düşünüyorum. Mesela 4. sınıfa gittikçe daha zor konuları nasıl işliyoruz, küçükken ben bunu merak ediyordum mesela öğrendikçe öğrendikçe insanın

beyni bunu kavıyor ve artık alıyor ve daha da üst düzeyleri yapmaya açık oluyor. Biyomimikri de bunun gibi. Böyle öğrenmek aslında öğrenme kabiliyetini daha çok geliştirdiği için biyomimikri dersinde de çok şey öğrendiğimiz için öğrenme kabiliyetimiz geliyor ve öğrenmemde tabii ki de çok etkisi oluyor bu yüzden.

Semih ise yapılan etkinliklerin uygun zorluk düzeyi sayesinde derslere ilgisini daha çok artırdığını *“Ben fen dersini sevmiyordum, bazen bildiğim şeyler karşıma çıktığı için soruyu okumadan yazabiliyordum. Bu ne diyordum, hemen yazabiliyordum. Bu derste daha iyi oldu. Daha böyle zorlaştı sandım ama tam da öyle olmadı ve daha bilgilendirici.”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de uygulanan ders sürecini zorluk düzeyi bağlamında *“Gayet yerinde, dozunda çocukların anlayabileceği düzeyde ve keyif aldıkları bir plan süreci yaşadık. O yüzden yani çok oturmuştu, yerindeydi.”* sözleriyle değerlendirmiştir.

4.2.3.2. Ders sonrası etki/ motivasyon

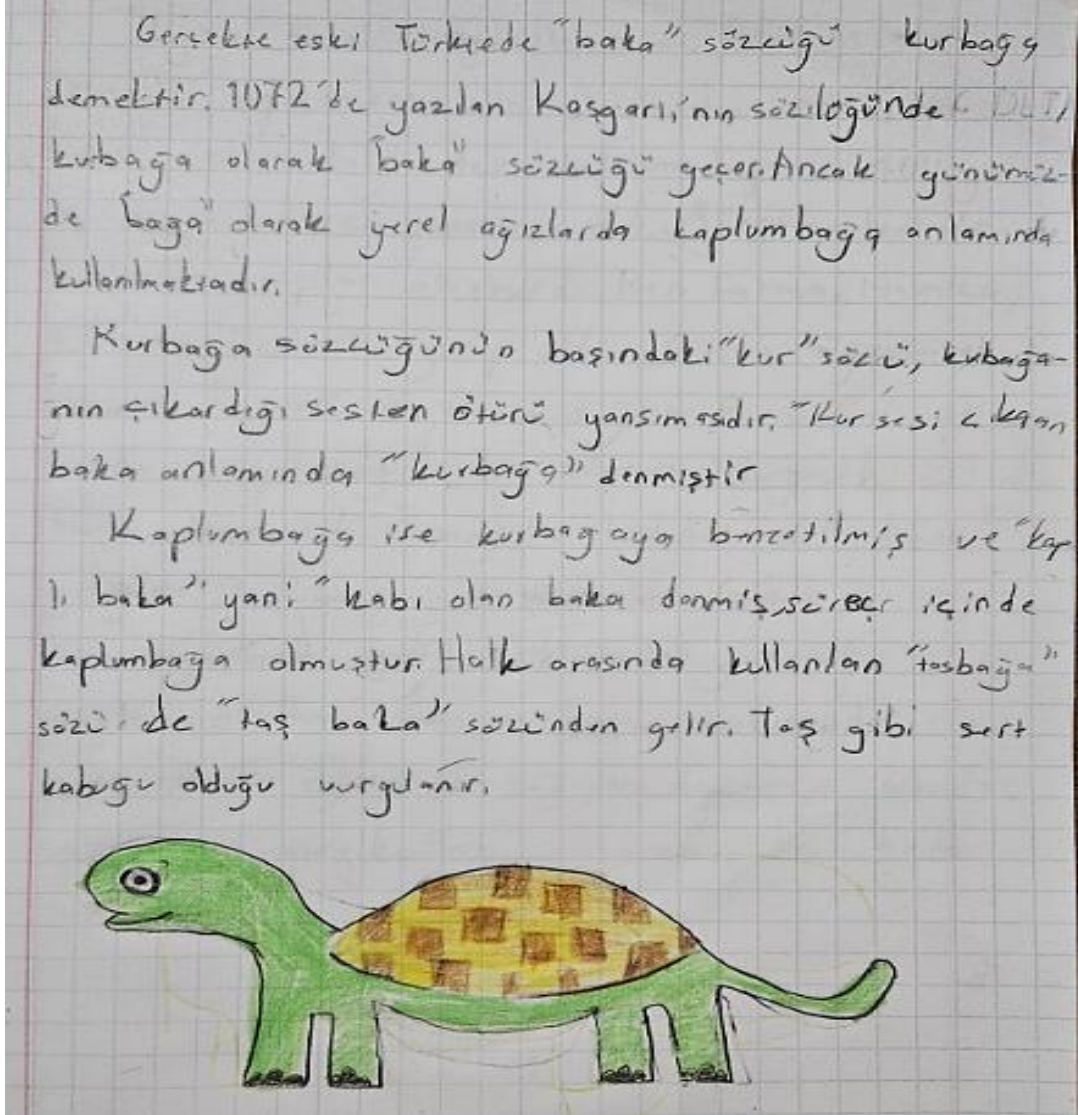
Öğrencilerde tutum, motivasyon ve davranış gelişimine ilişkin gözlemlenen durumlardan bir diğeri ders sonrası etki ve motivasyon süreçleridir. İşlenen derslerden sonra öğrencilerin istekle çalışma/ araştırma/ tekrar etme ve inceleme sürecine girdikleri, öğrendikleri bilgileri kaydettikleri, çevrelerine anlatarak paylaştıkları, programı tavsiye etme eğilimi gösterdikleri ve öğrendiklerini gerçek yaşamla ilişkilendirdikleri görülmüştür.

4.2.3.2.1. İstekle çalışma/ araştırma/ tekrar etme/ inceleme

Yapılan derslerden sonra öğrenciler; verilen ödevleri isteyerek yapmaya başladıklarını, derste öğrendiklerini ve yapılan deneyleri evde tekrar ettiklerini, canlılara ve biyomimikriye ilişkin ders sonrası araştırmalar yaptıklarını ve doğayı daha çok incelemeye başladıklarını dile getirmişlerdir. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde Duygu 2. ders için kendilerine verilen araştırma ödevini istekle yaptığını *“Fen dersinde geçen günkü yaptığımız etkinliklerden sonra sanki istekli bir şekilde ödev yapıyormuşum gibi geldi evde, böyle çıkmak istiyorum, çıkamıyorum. Daha yarısı vardı, yazamadım çok olur diye.”* sözleriyle açıklamıştır. Elif ise verilen araştırma ödevini uzun ve detaylı açıklamalarla Görsel 4.47’de yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.47.

İstekle Çalışma/ Araştırma/ Tekrar Etme-Elif'in Günlüğü



Ebru ise 2. dersten sonra gördüğü canlı ile ilgili dersten sonra yaptığı araştırmayı “*Mesela hani incelemiştik ya zürafaları, ben onu Google'dan tekrar araştırmıştım. Ben normalde sadece çimleri yediklerini zannediyordum ama ağaçtaki dalların yapraklarını da yiyorlarmış. Çünkü boyunları, boyları uzun olmasaydı yaprakları da yiyemezdi.*” sözleriyle dile getirmiştir. Batuhan ise 3. dersten sonra kendi merak ettiği uğur böcekleri ile ilgili yaptığı araştırmayı derste gördüğü kırmızı gözlü ağaç kurbağaları ile ilişkilendirerek şu şekilde açıklamıştır:

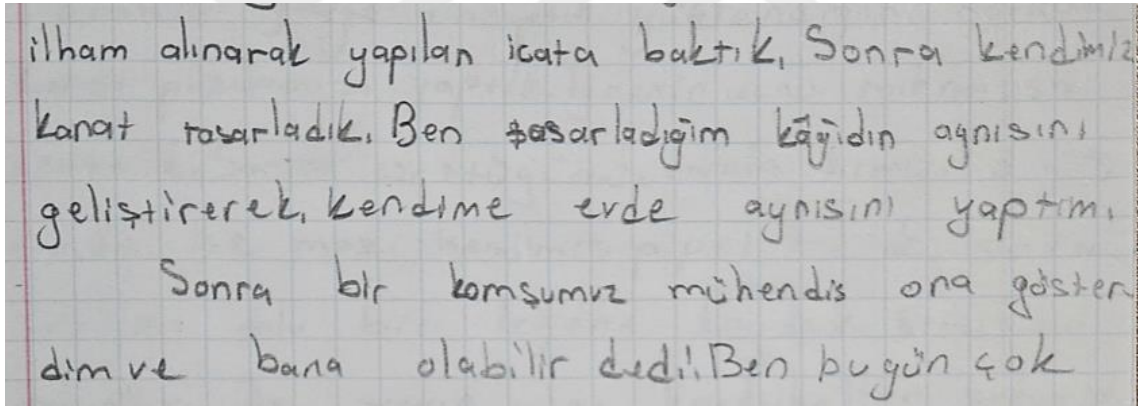
Batuhan: Bu arada öğretmenim ben şunu söylemeyi unuttum, benim bir araştırma yaptığım bir hayvan daha var, uğur böcekleri. Onlarla alakalı 2-3 şey söyleyebilir miyim? Uğur böcekleri ile alakalı şöyle bir araştırma yaptım. Aslında bildiğimiz uğurböcekleri neden hiç azalmıyor sayıları biliyor musunuz? Bunun sebebi normalde eğer bir hayvan bir örümcek

gibi şeyler bir böcek eğer kırmızıysa bu daha çok onun zehirli olduğu anlamına gelir ve uğur böceklerinin de normalde şuradaki sırtlarındaki şey kırmızı olduğu için kendilerine zarar veremezler. Çünkü zehirli olduğu düşünülür aynı kırmızı gözlü ağaç kurbağaları gibi.

Murat da 4. derste yapılan deneyi evde tekrar deneyerek ailesini de bilgilendirdiğini “*Ya inşallah bir daha deney yaparız. Bu deneyi öğrendikten sonra zaten evde de yapmaya başladım. Hem eğlenceli hem bilgilendirici. Annemlere de anlattım ördeklerden el paletleri yapıldığını.*” sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise aynı derste gördüğü canlılarla ilgili dersten sonra yaptığı araştırmayı “*Hatta sonradan araştırdım bazı kunduz aileleri şey böyle ormanlarda leopar gibi şeyler oluyor ya onları bile avlayabiliyormuş, birlik olursa.*” sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise 6. derste yapılan analogi etkinliğinde tasarladığı kâğıdı tekrar çizip geliştirdiğini Görsel 4.48’de yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.48.

Sevme, Beğenme, Mutlu Olma-Elif’in Günlüğü



Aysu da derste yapılan deneyi kendisi tekrar deneyip kardeşine göstereceğini “*Bu deneyi öğrendim, eşya olmadığı için evde yapamadım ama yarın yapmayı düşünüyorum. Gene bunu deneyeceğim, kardeşime de göstermek istiyorum.*” sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni ise öğrencilerin ders içerisinde kendilerine dağıtılan materyalleri tekrar etmek için dosyaladıklarını şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Broşürler falan çok etkili. Onları okurken, ederken zaten birbirleriyle paylaşıyorlar veya bunları dosyalarken çocuklar zaten bir bilgi arşivi oluşturuyorlar kendilerine. Bu anlamda o hani zenginlik katıyor. O konu benim çok hoşuma gidiyor hani dosyalamaları. Çünkü çoğu evde saklıyormuş onu hani bir şey olmasın başına bir şey gelmesin diye çantalarını da evde tutuyorlarmış çünkü evde ailelerine anlatıyorlar, tekrardan birilerine anlatıyorlar, paylaşıyorlar o anlamda. O broşürlerden çok keyif alıyorlar onu biliyorum. Benim düşüncem zaten kalıcı öğrenme evde tekrar ederek öğrenilir. Ben de onlara

diyorum ara ara zaten okursanız yeniden hatırlarsınız bunları. Ara ara mutlaka okuduklarını düşündüğüm kitle var.

Öğrencilerin derslerden sonra yaptıkları istekle çalışma, araştırma, inceleme ve tekrar etme süreçleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Afra derslerden sonra ve tasarım fikri üretmeden önce yaptığı tekrar sürecini *“Zaten yani biyomimikri evde de bir şeyler yapılabilen bir ders hani hayvanlardan yararlanarak işte sizin yaptığınız deneyleri evde de yapabiliyoruz ama en önemlisi tabii ki de biyomimikriyi öğrenmek, onları bilmeden bir işe kalkışırsak hani biraz zor olabilir. O yüzden verdiğiniz o kağıtları ben evde de tekrar okuyorum.”* sözleriyle dile getirmiştir. Benzer şekilde Özgür de tasarım fikri üretmeden önce yaptığı araştırma sürecini *“Mesela bazı derslerden önce araştırmamız gerekiyor bazı şeyleri. Mesela bu icat daha önce yapıldı mı diye araştırmamız gerekiyor. Kendimiz de araştıra araştıra yani zaten araştırmaya da ilgimiz oluyor.”* sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise programdan sonra doğaya daha dikkatli bakarak incelemeye başladığını şu sözlerle dile getirmiştir:

Elif: Öğretmenim etrafa farklı gözlerle bakıyorum. Mesela öğretmenim şöyle, yerde bir böcek gördüm, böceği hemen “aman böcek işte çok şey” diye hemen pas geçmiyorum. Mesela büyütecim var benim, büyütecimi alıyorum, onun mesela nasıl yürüdüğünü mesela kanatlı bir böcekse nasıl kanat böyle kanat yapısını inceliyorum, üstündeki desenleri inceliyorum, antenlerini gözlerini inceliyorum.

4.2.3.2.2. Öğrendiklerini kaydetme

Yapılan görüşmelerde öğrencilerin ders sonrası yaşadıkları süreç ile ilgili değiştiği noktalardan bir diğeri derste ve ders dışında öğrendikleri bilgileri kaydetme alışkanlığı edinmeleri olmuştur. Örneğin öğrencilerden Duygu programdan sonra yapılan görüşmelerde edindiği gözlem ve kaydetme alışkanlığını *“Mesela ben önceden okula büyüteç getirmiyordum, biyomimikriden sonra getiriyorum artık. Not defterimi getiriyorum, büyütecimi getiriyorum böyle değişik şeyleri gördüğümde not alıyorum.”* sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise öğrendiği bilgileri kaydetme alışkanlığını *“Her biyomimikri olduğunda yani ben yanımda illa böyle bir şeyler yazıyorum. Her zaman bir şey yazıyorum. Böyle hem biyomimikri günlüğüme de yazmak çok iyi oluyor. Biyomimikride öğrendiklerime tekrar bakıyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Aysu ise derste öğrendiklerini günlüğüne kaydetme isteği ile ilgili *“Benim mesela günlüğüme yazma hevesim daha çok geliyor. Bugün ne oldu diyorsunuz ya ben daha çok yazma isteği duyuyorum öğrendiklerimi, daha çok araştırma isteği duyuyorum.”* açıklamasını

yapmıştır. Afra ise öğrendiği bilgileri kaydederek üzerine tekrar düşündüğünü “*Mesela bazen biyomimikri defterini okuyorum, derste öğrenip yazdıklarımı. Mesela ben onu okurken aklıma geliyor acaba yani o gün o konuyu işlediğimizde mesela acaba şöyle de olabilir mi ya da şuna benzeyebilir mi diye düşünüyorum.*” sözleriyle dile getirmiştir.

4.2.3.2.3. Öğrendiklerini çevresine anlatma/ paylaşma

Öğrencilerin yapılan ders sonrası motivasyonlarının devamına ilişkin değindikleri bir diğer nokta öğrendiklerini çevreleri ile paylaşımları olmuştur. Örneğin öğrencilerden Duygu ilk derste öğrendiği bal karıncalarından bahsederken öğrendiği bilgileri ailesiyle de paylaştığını “*O bal karıncalarını hâlâ unutamıyorum, günlüğüme de yazdım. Anne işte şöyle böyle şu karıncalar çok acayipmiş işte şöyle de babama da anlattım anneme de anlattım. Çok değişiklerdi çünkü.*” sözleriyle ifade etmiştir. Ebru ise öğrendiği bilgileri ailesiyle paylaşırken aralarında geçen diyalogu “*Ben bunları öğreniyorum tekrar ediyorum, babam geliyor ona anlatıyorum; “ben bile sana ders çalış diyordum artık ders çalış demek istemiyorum” diyor.*” sözleriyle dile getirmiştir. Benzer şekilde Afra da öğrendiği bilgileri ailesi ile paylaştığını “*Mesela ben hiç bilmiyordum kanatlı uçuş tulumunu. Ben bunları öğrenirken de aileme de bahsediyorum mesela ilginç bir şey olduğunda. Onlar da sizin sayenizde benden öğrenebiliyorlar.*” sözleriyle ifade etmiştir. Murat ise öğrendiği bilgileri arkadaşlarıyla paylaştığını “*Biyomimikriyi bilmeyen arkadaşlarımızla da paylaşıyorum aklımda kaldığı için. Tek ben değil onlar da öğreniyor mesela.*” sözleriyle dile getirmiştir. Batuhan ise online görüşme sırasında yanında olan kardeşini göstererek öğrendiği bilgileri kardeşine de anlattığını “*Öğretmenim ben kardeşime de anlatıyorum, o zaten toplantılara da katılıyor hatta burada.*” sözleriyle ifade etmiştir. Özgür ise amcasının profesör olduğunu söyleyerek gördüğü dersleri ve programı anlatırken aralarında geçen diyalogu “*Benim zaten amcam şey profesör de ona mesela biyomimikri diye bir ders işliyoruz dediğimde o bir anda böyle “biyomimikri ne?” diye sordu. Hatta profesör olmasına rağmen sordu bana böyle, ondan sonra ben de ona anlattım. Özel ders gibi böyle diyor çok iyiymiş, çok şanslısın diyor. Ayrıcalık gibi böyle bu ilerde bana çok da katkısı olacağını diyor zaten.*” sözleriyle dile getirmiştir. Öğrencilerin programda öğrendikleri bilgileri çevreleri ile paylaşımlarına ilişkin sınıf öğretmeni de velilerle yaşadığı deneyimi şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Aslında evde daha çok muhabbet ediyorlar bu heyecanlarının hepsini ailelerine anlatıyorlar. Bana geliyor çünkü, dün mesela sınıf annemiz vardı, "Siz ne yapıyorsunuz bu çocuklara, eve gelince susturamıyoruz" falan. Gitmişler uçan sincaplar,

bukalemunlar, morfo kelebekler hepsini anlatmışlar. Onlar da çok memnun. Mesela Derya, heyecanını mesela çok fazla evde yansıtan bir çocuk. Bu miknatıslar, gösterdiğimiz o MR cihazı derste çok ilgisini çekmişti. Annesine gitmiş anlatmış. Annesi hemşire onun, o aslında şöyle şöyle, şunu var bunu var, miknatıslarla çalışıyor falan. Yani bunun gibi emin ol benim yakalayamadığım çok fazla şey var. Çünkü ben okulda hep böyle pazartesi görüyorum. Tam gördüğüm anda da hani bir ödev, hadi sınava az kaldı işte şunu da yetiştirmemiz lazım gibi olunca o artık şey oluyor hani günü geçmiş oluyor. Ama çocuklar heyecanla anlatmak istiyor.

4.2.3.2.4. Dersi/ programı tavsiye etme

İşlenen derslerden sonra öğrencilerin değindikleri noktalardan bir diğeri ilgili dersin veya programın başkalarına tavsiye edilmesi olmuştur. Öğrenciler gerek spontane bir şekilde gerekse de sorulan sorulara cevaben uygulanan programı başka sınıflara veya arkadaşlarına tavsiye edebileceklerini dile getirmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Özgür 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrendiği bilgileri arkadaşlarına aktararak onları biyomimikriye yönlendirebileceğini *“Mesela öğrendiğim bilgileri onlara da öğretirdim. Onları da meraklandırırdım. Güzel olduğunu, eğlenceli olduğunu, öğrenirken eğlendiğimizi söyleyerek onları biyomimikriye sevk etmeye çalışırdım.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde hamburgerle kola benzetmesi yaparak çevresine vereceği tavsiyeyi *“Herkes tavsiye derdim çünkü hamburgerle kola gibi. Dünyanın yüzde 99’u kolay ve burgeri seviyor. Biyomimikriyle fen de öyle derdim.”* sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan ise öğrendiği bilgileri program sayesinde edindiğini söyleyerek arkadaşlarına vereceği tavsiyeyi *“Kesinlikle tavsiye ederdim. Onlara biyomimikriyle ilgili bayağı şey söyledim. Mesela uçan sincaplar, Venüs Süngerleri, Morfo Kelebekler her türlü bilgiyi veya sizin verdiğiniz fotokopileri falan gösterirdim. Bunları biyomimikriyle öğrendiğimi söyledim.”* sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de 7. dersten sonra uygulanan programı meslektaşlarına tavsiye ederken araştırmacının tesadüfen o ana denk geldiğini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Aaa bak bunu sıcak sıcak gözüne önünde de yaptım, hatta sizin oraya geleceğinizi bilmeyerek yaptım. Aşağıya indiğimde ağzım kulaklarımdaydı çünkü böyle verimli bir ders geçirdiğim zaman çok keyif alıyorum. Yani bu sadece biyomimikri için değil kendi anlattığım dersler için de öyle. Hemen aşağı indiğimde ağzım kulaklarımda zaten yakımdaki herkesle paylaştım ve hepsi benden broşür istedi. Neler yaptınız biz de bilelim, okuyalım, edelim falan dediler. Bakın dedim, elimde broşürler var, ders planları var uygulamak isterseniz hani konularımıza çok uyuyor falan diye. Onlar da böyle tabii ki de çok keyifle ve heyecanla mutlaka. Çünkü biri 2. sınıf biri 3. sınıf yaz sürecindeki seminer döneminde mutlaka bize de anlat, biz de yapalım dediler. Hatta hepsi kitaplaşırsa önümüzde

bir kitap olursa öyle daha da rahat edebiliriz dediler. Tabii ki dedim o yolda gidiyor zaten diye söyledim. O yüzden bizzat sıcaklığına paylaştım yani bu da ne kadar önerdiğimi gösteriyor herhalde.

Öğrencilerin dersi ve programı çevrelerine tavsiye etme konusundaki düşünceleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Elif diğer öğrencilerin de program sayesinde bilime olan ilgilerini keşfedebileceklerini ve gelecekte kullanabileceklerini söyleyerek vereceği tavsiyeyi şu sözlerle dile getirmiştir:

Elif: Ben anlatıyorum öğretmenim çünkü çok güzel bir etkinlik hani az önce de hep üstüne basarak söylemiştim. Çok güzel bir etkinlik ve bunu tekrar ve arkadaşlarımın da uygulamasını çok isterim, hem onlar da öğrenirler. Hem böyle biyomimikri diye bir kavram öğrenilirse büyüdün mü belki o çocuk bilim insanı olacak belki çok iyi fikirleri var bunları yansıtır ilginç ve yeteneğimizi veya isteğimizi. Belki şu an keşfedilmemiş bir isteği vardır.

Murat ise tasarım sürecine ilişkin başka sınıflara neden tavsiye edeceğini *“Öğretmenim başka sınıflara da tavsiye ederdim. Yani onlar da şey böyle yeni fikirler görecektir böylece. Belki onlar da çok farklı şeyler üretecek. Öğretmenim siz iyi ki böyle şey yapmışsınız yoksa yine dersler çok sıkıcı olacaktı.”* sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise uygulanan programı eğlenerek öğrenme, akılda kalıcılık, proje üretme, sosyalleşme gibi nedenlerle tavsiye edeceğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Duygu: Öğretmenim ben tavsiye ederdim bu ders yani sadece bizim görmemiz yani zaten güzel bir şey çok şanslıyız ya. Ben şu yönden tavsiye ederdim hem eğlenerek fene katkı sağlıyorsunuz hem öğreniyorsunuz. Daha sonra bu bilgiler eğlenerek öğrenildiğinde daha hafızada kalıcı olup kalıyor, kendi projelerinizi ortaya koyuyorsunuz sosyalleşmenizi sağlıyor. Yani daha sonra güzel güzel öğretmenler geliyor.

Sınıf öğretmeni de uygulanan programla çocuklara yeni tecrübeler kazandırılarak zenginleştirme yapıldığını dile getirerek meslektaşlarına tavsiye ettiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Ederdim hani hep diyorum ben zaten bu benim de inandığım bir şey olduğu için bunları yapmaları ve çocuklara bu tecrübeleri kazandırmalarının hani farklı yönde onları zenginleştirdiğini düşünüyorum ve yapmalarını tavsiye ettiğim durumlar çokça oluyor. Çünkü mesela nasıl diyeyim meslek yılı olarak benim deneyimime sahip arkadaşlarım hani çok ilgiyle alakayla dinleyen insanlar ve takdir eden çoğunlukta zaten. Öneriyorum ben elimden geldikçe de anlatmaya çalışıyorum. Zaten kendileri merak ediyorlar, soruyorlar.

4.2.3.2.5. Gerçek yaşamla ilişkilendirme

Uygulanan programla birlikte öğrencilerde ders sonrası motivasyona ilişkin gözlemlenen bir diğer durum öğrenilen bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme olmuştur. Örneğin 2. dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerden Ebru kendilerine ev etkinliği ödevi olarak verilen Kratt Kardeşler Çizgi Filminden izlediği bir sahneyi kendi yaşamı ile ilişkilendirerek kaplumbağaların da kamufle olabildiğini *“Kratt Kardeşleri izliyordum. Gerçek hayatta da olmuştu bu bir kere. Kardeşim onu taş sanmıştı. Kamufle oluyor aynı o da bukalemun gibi.”* sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise 5. derste öğrendiği kanatlı atlayış tulumlarından etkilenecek gittiği oyun alanında yaşadığı deneyimi Wingsuit uçuşuna benzettiğini *“Şu kanatlı atlayış tulumları çok güzeldi, süzölmelerini izlerken çok heyecanlandım, bana çok ilginç geldi. Ben de bugün oyun alanına gittim ve öyle bir yerden atladım, aynı kanatlı atlayış tulumu gibiydi. Bir sürü lastikler vardı, alt alta dizmişlerdi. Ben de oranın içine atladım. Tabi süzölmedim ama çok heyecanlandım.”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise 7. derste öğrendiği fen konusu ile günlük yaşantı arasında kurduğu ilişkiyi *“Mesela dediğim gibi havanın sudan hafif olduğunu geçen hafta öğrenmiştik değil mi? Mesela bir pet şişenin içinde hava varsa yani onun sonra ağzını kapatırsak o suda yüzer. Denizlerde de çöplerimiz var maalesef ki. Mesela bunlar pet şişe olabilir onlar da içinde hava olduğu için suyun üstünde yüzyüyor.”* sözleriyle dile getirmiştir. Duygu ise biyomimikri derslerinden sonra günlük hayatında etrafına daha farklı bir bakış açısıyla baktığını *“Mesela şeyden örnek vereyim, bir doğaya gidiyoruz. Mesela ondan ne yapılabilir, hani ne icat edilebilir mesela bir hayvan karşıma çıkınca onun özellikleri ile ilgili ne icat edilebilir, ne olabilir diye bakıyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise tasarım sürecinde yaptıkları grup tartışmasını gerçek yaşama transfer edebileceğini *“Mesela tartışırken herkesten fikir çıkıyor, ondan sonra yani fikirleri birleştiriyoruz, en doğru fikri buluyoruz. Yani gerçek hayatta da tartıştığımızda böyle bir konu açıldığında, aynı şeyi yapabiliriz. Kavgaya etmek yerine fikirlerimizi tartışabiliriz karşıımızdakini ikna edebiliriz, fikirlerimizi birleştirebiliriz.”* sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise tasarım sürecinde ortaya çıkan ürünlerin gerçeğe dönüştürölerek kullanılabileceği hakkındaki düşüncesini *“Mesela herkesin bir fikri oluyor bunları birleştirerek farklı farklı şeyler yapıyoruz. Mesela Cemre’nin bir tane şeyi vardı projesi vardı hayvanları, kedileri korumak amacıyla mesela bu belki de sokak hayvanları için gerçekten de yapılabilir bir fikir.”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de uygulanan

programın öğrenilen içeriklerle gerçek hayat arasında bağ kurmaya olan katkısını şu sözlerle dile getirmiştir:

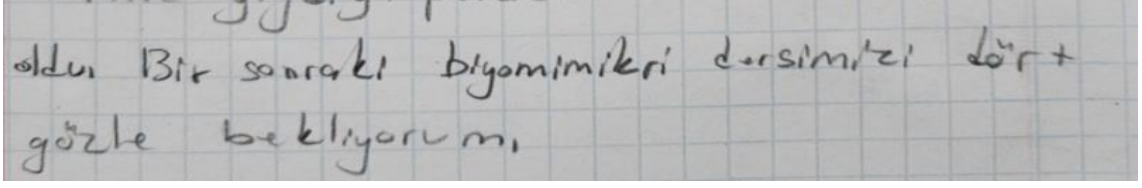
Buket Öğretmen: Bir kere öğrendiği bilginin gerçek hayatla bağlantı kurulması noktasında çok büyük katkısı var. Yani çocuklar bir bilgi öğrenirken gerçek hayatta nerede karşılaşabildiğini ya da gerçek hayatta ona benzer nelerin olduğunu görebiliyorlar. İşte bir örneği idi mesela morfo kelebeklerle kurulan bağlantı. Mesela bir ara morfo kelebekleri tanıdıktan sonra çocuklar gökkuşağıyla ilgili bir konuşma geçti, ışığın yansımaları olayı dedik. “Aa morfo kelebeklerde olduğu gibi mi” dediler hani oradan zaten yeni bir canlıyı tanıyıp doğadaki benzerlikleri kurabildiler. Veya işte ne bileyim kış aylarında daha kalın giyinmekten esinlenerek insanların ürettiği kıyafetlerin hep aslında doğadaki canlılardan ilham alındığını. Mesela şimdi Columbia gibi bir marka var, şimdi onun da tasarımında evet başka bir teknoloji kullanılıyor ama alternatif olarak insanlar kutup ayılarından da esinlenerek böyle kıyafetler yapabiliyor diye düşünüyor çocuklar.

4.2.3.3. Gelecek derslere motivasyon

Öğrencilerde tutum, motivasyon ve davranış gelişimine ilişkin gözlemlenen durumlardan bir diğeri gelecek derslere motivasyondur. İşlenen derslerden sonra öğrencilerin motivasyonlarının program boyunca devam ettiği, yapılacak derslerden beklenti duydukları ve derslerin devamını istedikleri görülmüştür. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde öğrencilerden Özgür derslerin bilgilendiriciliğine vurgu yaparak gelecek dersler için duyduğu motivasyonu “*İlk gün benim için çok bilgilendirici oldu ilerleyen günler de mesela böyle bilgilendirici olacaksa hep çalışmak isterim.*” sözleriyle dile getirmiştir. Duygu ise derslerin kendisine sağladığı katkıya vurgu yaparak devamını istediğini “*Kesinlikle buna devam etmek isterim. Çok güzel bir şey. Bunun bana katkı sağlayacağını düşünüyorum. Böyle de oldu yani ilk günden. Böyle benim için yeni bir şey böyle.*” sözleriyle ifade etmiştir. Semih de 2. dersten sonra yapılan görüşmelerde gelecek derslerle birlikte yeni bilgiler öğrenme isteğini “*O bilgileri öğrendikten sonra daha fazla bilgi öğrenebileceğimi düşünüyorum. Daha yeni bilgiler öğrenmek istiyorum. O yüzden devam etmek istiyorum.*” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise 3. dersten sonra gelecek derslere olan motivasyonunu “*Ben siz işte her gün gelecekseniz ben hiç hasta olmamaya çalışacağım. Çünkü çok sevdim bu dersi o kadar iyi dinleyeceğim ki bununla ilgili sınav yaparsanız sınıfın yarısı yüz alabilir. O kişilerden birisi ben olabilirim. Dersleri sürekli devam ettirmek isterim ve her gün olsa hiç durmadan dinlerim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise 4. dersten sonra gelecek derslere yönelik isteğini Görsel 4.49’da şu sözlerle dile getirmiştir:

Görsel 4.49.

Gelecek Derslere Motivasyon-Elif'in Günlüğü



Batuhan ise 5. dersten sonra yapılan deneylere vurgu yaparak heyecanının ve derslere yönelik motivasyonunun devam ettiğini “Öğretmenim biyomimikrili fen dersine ilk başta başladığım gibi hala çok heyecanlı. Fen dersinde birçok deney var. Daha çok yapmak istiyorum bu deneylerden” sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise biyomimikriyi öğrendikçe tasarım yapma isteği oluştuğu için derslere devam etmek istediğini “Mesela insanlar doğadan bir şeyler yapınca ben de yapmak istedim. Böyle kendim de yapmak istedim. Mesela videolarda cırt cırtlı ayakkabılar yapılmıştı. Ben de böyle doğayla bir ilgim oluştu. Yani acaba doğayla iç içe daha çok ilgilenirsem ben de acaba böyle bir şeyler bulabilecek miyim gibi geldi. O yüzden daha da devam etmek isterim.” sözleriyle dile getirmiştir. Öğrencilerden Murat ve Batuhan ise 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde tasarım sürecine yönelik istek ve motivasyonlarını dile getirirken aralarında geçen konuşma şu şekilde olmuştur:

Murat: Öğretmenim şey bir de ben bir soru sormak istiyorum, kendi icatlarımızı ne zaman yapacağız kendi tasarımlarımızı?

Batuhan: Sonraki hafta

Araştırmacı: Evet önümüzdeki hafta başlıyoruz kendi icatlarımıza

Murat: Ben bugün bile yapabilirim şimdi. Şimdiden yapıp pazartesi getirebilir miyim?

Sınıf öğretmeni de öğrencilerin yapılan dersler boyunca motivasyonlarındaki artışı ve tasarım haftasına yönelik meraklarını 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Gayet büyük bir artışta. Çocuklar merakla bir sonraki aşamayı merak ediyorlar ve buna sabırsızlanıyorlar. Güdü gitgide artıyor bence. Mesela Alper bana şey söyledi, hadi ne zaman tasarlıyoruz? Zaten kendisinin babası da mühendis olunca, hani onun biraz şeye de yatkınlığı var. Hadi ne zaman yapıyoruz, tasarımı ne zaman ortaya çıkaracağız? O, böyle bir heyecan var onda. Bir de seni çok seviyor. Son ürüne doğru yaklaşmak istiyorlar. Bir şeyler yapabileceklerini hani zaten geçen hafta da demiştim. Çocuklar hep böyle ne yapacağız? Biz ne çıkaracağız ortaya, hani problem durumu ne verecek öğretmen acaba ve biz ne üreteceğiz diye bakıyorlar olaya artık.

Öğrencilerin işlenen dersler boyunca süren motivasyonları tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Batuhan tasarım sürecinde derslerin devam etmesine yönelik isteğini *“Zaten biyomimikri dersleri çok eğlenceli geçiyor, ya böyle herkes sosyalleşiyor birbirleriyle grup çalışması yapıyoruz, harika yani. Benim için dönem çok güzel geçti keşke devam etse.”* sözleriyle dile getirmiştir. Ebru da grup tasarımlarını tamamladıktan sonra yeniden yapmak istediğini *“Bir daha olsa yapmak isterdim öğretmenim, bir de şey yani yeni fikirler üretirdik, yeni fikirler, yeni tartışmalar, yeni kararlar...”* sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise tasarımlarını okul müdürünün dışında başka kişilere de sergilemek istediğini *“Hani biz bunu yapıyoruz müdüre sergiliyoruz demek ki başka hocalara da sergileyebiliriz. Başkalarına da sergilemek istiyorum ben. Hani dışardan birine sergilemek bir öğrenci bile olsun gurur verici.”* sözleriyle aktarmıştır.

Öğrenciler tasarım sürecinin yanı sıra programın devam etmesine yönelik isteklerini de dile getirmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Özgür biyomimikrinin 5. sınıfta da devam etmesini istediğini *“Eskiden hani 1. dönemin başından beri yaptığımız bu çalışmalar aklıma gelince çok eğlenceli bir etkinlik olduğunu tekrar anımsadım ve bence herkes buna şahit çok güzel bir etkinlik biyomimikri. Keşke 5. sınıfta gideceğimiz okullarda da böyle bir şey olsaydı.”* sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise programın 2. dönem de devam etmesini istediğini *“Hem deneyle öğrendik hem minik bir şirket olayıyla öğrendik hem de takım çalışması olması benim en çok hoşuma giden şey oldu. İnşallah bu şekilde devam ederiz ve inşallah 2. dönem de siz gelirsiniz.”* sözleriyle ifade etmiştir. Aysu ise programın devam etmesine yönelik isteğini *“Bir daha olmayacak mı biyomimikri? Keşke devam etse, ben istiyorum ya keşke biraz daha uzun olsaydı güzel olurdu, bunun için Buket Öğretmene biraz baskı yapabiliriz.”* sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de programla birlikte öğrencilerin farklı becerilerinin geliştiğine vurgu yaparak ilerleyen dönemlerde bu tür bir programı tekrar uygulamak istediğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Çocukların zaten tamamen müfredat içi, müfredat dışı bir sürü becerilerini geliştirdik yani. Hem fen verdik hem biyomimikri hem yaratıcılık hem psikomotor beceri hepsi dahilinde güzel bir deneyim oldu çocuklara. Çocukları bu anlamda zenginleştiren bütün etkinliklere varım. Yaş itibarıyla de daha gencim o yüzden de çocuklara bunları kazandırmayı hedefliyorum. Mesleğin son yıllarında da yapabilir miyim bilmiyorum çünkü biraz daha bunun koşturmacası şeyi var ama şu an itibarıyla evet önümüzdeki dönemlerde de tabii ki yine yapardım.

4.2.3.4. Gelecek yaşantılara katkı/ motivasyon

Öğrencilerde tutum, motivasyon ve davranış gelişimine ilişkin gözlemlenen durumlardan bir diğeri gelecek yaşantılara katkı ve motivasyondur. Uygulanan programla birlikte öğrenciler öğrendikleri bilgi ve becerilerin gelecekte kendilerine katkı sağlayacağına dair düşüncelerini dile getirirken eğitim hayatlarında, meslek hayatlarında ve gerçek yaşantılarında kullanma motivasyonlarından bahsetmişlerdir.

4.2.3.4.1. Eğitim hayatında kullanma

Öğrencilerin gelecek yaşantılara katkı ve motivasyon konusunda değindikleri noktalardan ilki öğrenilen bilgi ve becerilerin eğitim hayatlarına katkı sağlaması ve süreç içerisinde kullanılması olmuştur. Örneğin 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde Elif canlılarla ilgili öğrendiği bilgilerin orta okulda da işine yarayacağını *“Orta okuldu galiba, ben öyle biliyorum. Mesela orada böyle hayvanlarla ilgili böyle başka şeyleri de işliyorlarmış. Ben kuzenimden duyuyorum bunları. İşte kuzenim zorlanıyormuş biraz ama mesela biz şimdi biyomimikri işliyoruz belki de hiç zorlanmayacağız ortaokula gidince.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde programda öğrendiği bilgileri pekiştirerek lise, üniversite gibi sınavlarda daha başarılı olabileceğini *“Liselerde, üniversitelerde çıkan böyle bir soruda biz daha rahat çözebiliriz ama yani diğerleri zorlanabilir. Gelecekte mesela bu konuları daha iyi pekiştirebilirsek gelecekte fen bilimleri, tıp fakültesini kazanabiliriz. Orada da işimize yarar.”* sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise 6. dersten sonra yapılan görüşmelerde uygulanan etkinlikleri üst kademelerde verilen eğitime benzeterek kendisine sağlayacağı katkıyı *“Mesela hani böyle üniversitede, liselerde hep deneyler yapacağız ya şimdiden araştırıyoruz gibi. İleride bunlar bizim işimizi kolaylaştırabilir.”* sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrendiği bilgilerin girmek istediği Fen Lisesine yerleşmesinde katkı sağlayacağına dair düşüncesini *“İlk öncelikle ben çok bilgi öğrendim. Bu bilgiler çok işime yarayacak kesinlikle. İleri hayatta ve fen lisesine girmek istediğim için çok işe yarayacak bence. Çünkü daha iyi öğreniyorum biyomimikriyle.”* şeklinde dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de uygulanan program sayesinde öğrencilerde oluşan fen okuryazarlığına vurgu yaparak bu becerinin ilerleyen yıllarda da öğrencilerin işine yarayacağını şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Çocuklarda fen okuryazarlığı ve feni sevmeye açısından katkı sağladığını düşünüyorum. Hani illa bu seneye sınırlı değil çünkü ileriki yaşamlarında da hep fen olacak

ve çocuklar pozitif bir tutum geliştirdiler yani feni seviyorlar canlılarla bağlantı kurdukları zaman daha anlamlı geliyor. Yani seneye ve ileriki yıllarda da işlerine yarayacak bu bilgiler ki bu sene bağlantıları çok güzel kurduk, planlarla gayet kurmuşsunuz.

Öğrencilerin ders sürecinde değinmiş oldukları eğitim hayatına katkı ve öğrendiklerini kullanmaya yönelik motivasyonları tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Özgür ileride de karşısına çıkacak bir alan olacağı için biyomimikriye dair öğrendiği bilgilerin eğitim hayatına sağlayacağı katkıyı şu sözlerle aktarmıştır:

Özgür: Bana ileride çok katkısı olacak yani küçükken bunu görüyoruz sanki böyle 1.sınıfta bunu görüyorsun ama 7. sınıfta bile ihtiyacın olacağı bir şey bu. Mesela sayıları 1.sınıfta öğreniyorsun ama 7. sınıfta bile karşına çıkıyor onun gibi. Hatta böyle hayatın sonuna kadar her yerde karşına çıkıyor sayılar. Biz de biyomimikriyi öğreniyoruz ve hayatımızın her yerinde biyomimikri var. Yani 4.sınıfta öğreniyoruz ama üniversite sınavında bile çıkabilecek bir şey bu. Bu yüzden memnun kaldım bundan

Afra ise üniversitede biyomimikriye dayalı bir ders gördüğünde öğrendiği bilgileri kullanabileceğini *“Mesela böyle lisede, üniversitede bununla ilgili bir ders gördüğümüzde o zaman ben hemen atılıp öğretmenime diyebilirim bu canlıdan bu yapılmış, bu canlının fonksiyonu bu, bundan şöyle bir icat yapabilirim. Yani sınavda tam puan bile alabilirim.”* sözleriyle dile getirmiştir. Benzer şekilde Murat da ilerleyen yıllarda biyomimikriye dayalı bir ders ile karşılaştığında öğrendiği bilgilerden yararlanabileceğini *“Mesela belki büyüyünce de böyle sizin gibi bir biyomimikri öğretmenimiz olacak mesela ben hemen anlatacağım işte bir tane kertenkele vardı, ayakları yapışkandı, geko kertenkelesi. İşte o geko kertenkelesinden mesela geko bantları üretilmişti. Hemen onları söyleyebilirim.”* sözleriyle ifade etmiştir. Öğrencilerin düşüncelerine paralel olarak sınıf öğretmeni de programla birlikte öğrencilerin öğrendikleri bilgi ve becerileri eğitim hayatlarında kullanabileceklerine yönelik düşüncelerini şu sözlerle paylaşmıştır:

Buket Öğretmen: Ve eminim hani yarın bir gün kendi eğitim hayatlarında ya da çevrelerindeki akran öğretiminde ya da büyüklerine paylaşımda bunları anlatacaklar ve takdirle karşılanacaklar. “Sen bunları nerede öğrendin, nereden biliyorsun?” “Çünkü biz bununla ilgili bir ders işledik” demeleri de çok büyük bir zenginlik onlar için aslında.

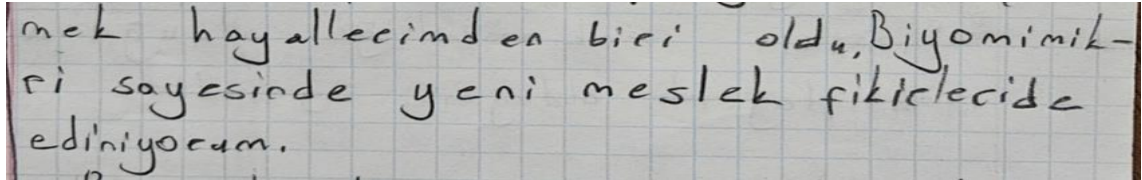
4.2.3.4.2. Meslek hayatında kullanma

Öğrencilerin gelecek yaşantılara katkı ve motivasyon konusunda değindikleri noktalardan bir diğeri öğrenilen bilgi ve becerilerin meslek seçiminde kendilerine katkı

sağlaması ve süreç içerisinde kullanılması olmuştur. Örneğin öğrencilerden Duygu canlılar ile ilgili öğrendiği bilgilerin meslek seçiminde kendisine yeni bakış açıları kazandırdığını “*Mesela hayvanlarla ilgili bilgi sahibi olduğumuzda bu hayvanları unutmazsak ileride bu hayvanlarla ilgili bir şey olabiliriz. Daha değişik bir kapı açıyor bize hani mesela bir bakış açısıyla değil de 2 bakış açısıyla hayata yaklaşıyoruz.*” sözleriyle dile getirmiştir. Semih ise canlı fosillerini daha yakından inceleyebilmek için derslerden sonra kendisinde oluşan paleontolog olma isteğini “*Mesela ben bilim adamı olmak istiyorum bundan sonra. Mesela paleontolog olsam hayvanları daha yakından inceleyebilirim fosilleri.*” sözleri ile ifade etmiştir. Murat ise programın bilim insanı olmaya yönelik kendisine katkı sağlayabileceğini “*Böyle devam edersek bilim adamı olabiliriz. Mesela tek hayvanlar değil başka şeyler de inceleyebiliriz. Başkalarını da bilgilendiririz, buradaki öğrendiklerimiz lazım olur mesela.*” sözleri ile dile getirmiştir. Aysu ise kendisinde oluşan veteriner olma isteğini “*Böyle çok güzel bilgiler var. Gelecekte belki ben de veteriner olurum ve böyle hayvanların sorunlarını söylemeden bulabilirim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise biyomimikri sayesinde yeni meslek fikirleri edindiğini Görsel 4.50’de yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

Görsel 4.50.

Meslek Hayatında Kullanma-Elif’in Günlüğü



Öğrencilerin meslek seçimi ve süreç içinde kullanımına yönelik ifadeleri tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Özgür grupça yürüttükleri tasarım sürecini şirket faaliyetlerine benzeterek gelecekteki iş yaşamında kendisine katkı sağlayabileceğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Özgür: Aslında biz burada şirket gibiyiz resmen böyle mini şirket açıyoruz orada bizim patronumuz CEO'lar seçiliyor. Küçük CEO oluyoruz biz aslında biraz da. Gerçekten ürün, prototip falan üretiyoruz, diğer ürünlere bakıyoruz, bunlarda fikrimiz oluyor ve bunlarla fikir üretmeyi öğreniyoruz. Bu da aslında büyüyünce mesela CEO olursam orada işime yarayabilir, bunları söyleyebilirim ve bu icatları yapıp satarak daha yenilerini yapıp para kazanabilirim aslında.

Batuhan ise ileride mimar olmak istediğini belirterek öğrendiği bilgileri mesleğinde kullanabileceğini “*Şimdi benim o etkinliklere katılmam sayesinde ileride mimar olmayı*

istiyorum, umarım olurum. Belki arıların peteklerini yaptığı gibi belki binaların depremde yıkılmaması için öyle bir destek yapabilirim.” sözleri ile ifade etmiştir. Afra ise uygulanan programın kendisinde oluşturduğu bilim insanı olma isteğini “Biyomimikri yaptıkça insana daha çok bilim insanı olma isteği geliyor. Mesela yunuslardan uçak yapmışlar. Belki ben de gelecekte bilim insanı olup yunuslardan, başka bir şeyden ilham alıp başka şeyler yapabilirim. Yani kesinlikle artık büyüyünce bilim insanı olmaya çalışacağım.” sözleri ile belirtmiştir. Duygu ise uygulanan programla birlikte bilim insanlarını daha yakından tanıdığı için kendisinde oluşan bilim insanı olma isteğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Duygu: Şimdi hani bilim insanları, biz bilim insanları gibi davranıyoruz ya biyomimikride. Bu sayede bilim adamlarının nasıl çalıştığını az çok anlayabiliyoruz. Bu yüzden onlara merakım daha çok arttı. Ben de onlar gibi olmak isterdim ki istiyorum inşallah. Çünkü bilimi seviyorum seviyorum seviyorum. Bilim benim hayatımın bir parçası oldu.”

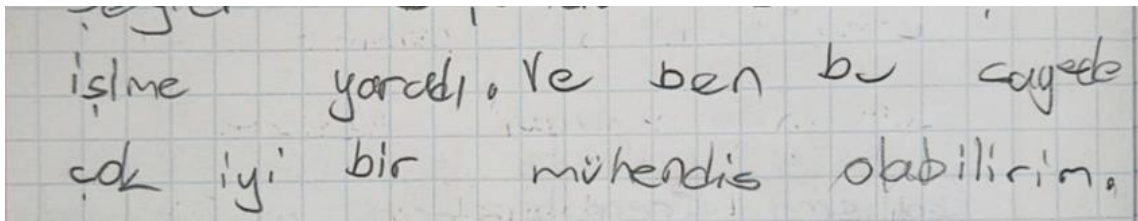
Sınıf öğretmeni de uygulanan programla birlikte öğrencilerin geleceğe yönelik meslek seçimi konusunda yeni bakış açıları edindiklerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: ...Ders planlarımızda da icatları tanıtırken hep yabancı isimleri zikretmiş olmam onları çok rahatsız etmişti. Hani şey olarak bakıyorlar “Neden hep yabancılar icat etmiş bunları?”. O yüzden bilim adamı olmayı çok istiyorlar, bir şeyler icat etmek istiyorlar, bir şeyler yapmak istiyorlar. Onun dışında gelecekte çalışabilecekleri meslek gruplarında da farklı bir bakış açıları kazandıklarını düşünüyorum. Hani doğayı daha çok gözlemlemeye yönelik bir şeylere çözüm bulacakları mesleklere yönelme isteği var.

Uygulanan programda görüşme yapılan öğrencilerin yanı sıra sınıftaki diğer öğrenciler de günlüklerine biyomimikriye dayalı gelecek planlarını kaydetmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Alper tasarım sürecinde aklına gelen fikirleri ileride kullanarak mühendis olabileceğini Görsel 4.51’de yer alan günlüğünde şu sözlerle dile getirmiştir:

Görsel 4.51.

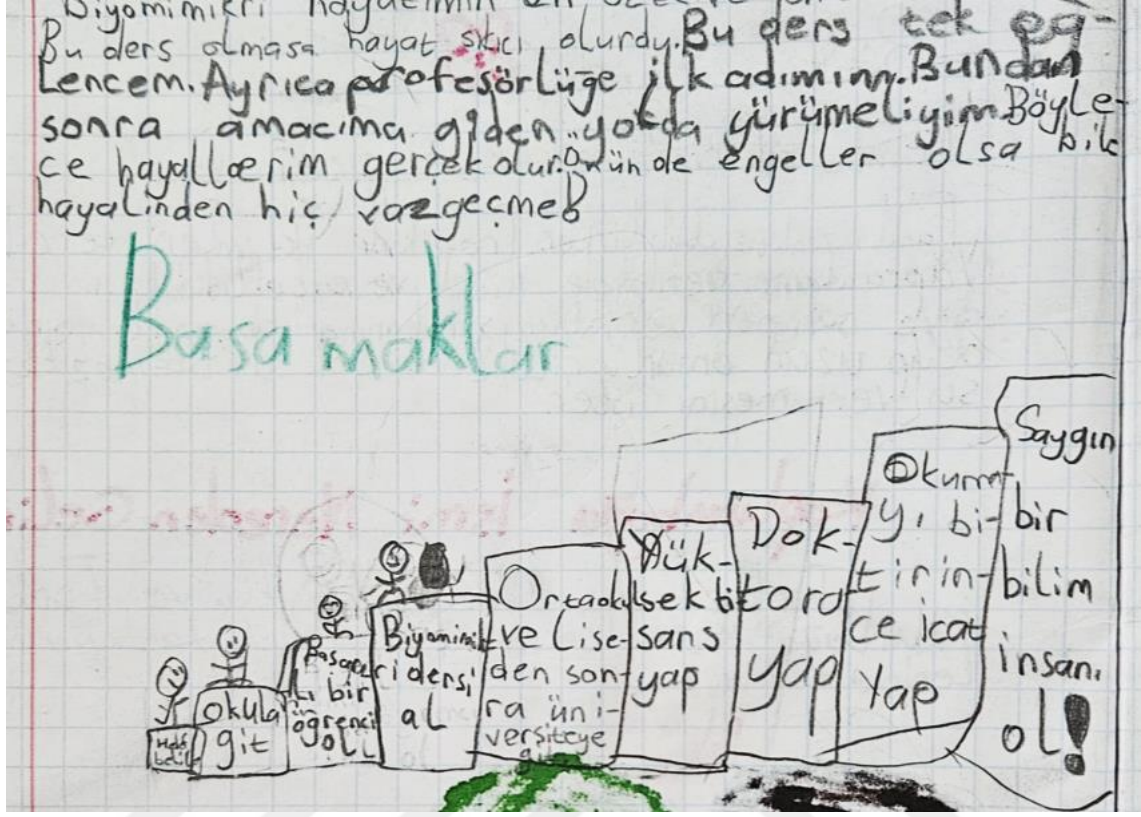
Meslek Hayatında Kullanma-Alper’in Günlüğü



Ecem ise bilim insanı olma yönündeki düşüncelerini Görsel 4.52’de yer alan biyomimikri günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.52.

Meslek Hayatında Kullanma-Ecem'in Günlüğü

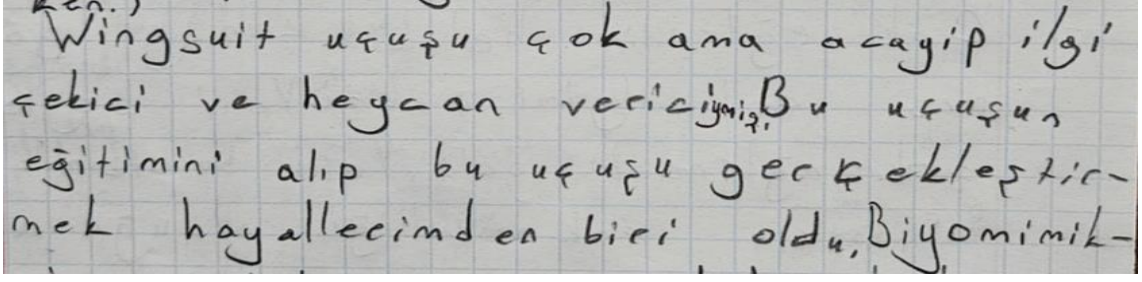


4.2.3.4.3. Gerçek yaşamda kullanma

Öğrencilerin gelecek yaşantılara katkı ve motivasyon konusunda değindikleri noktalardan bir diğeri programla birlikte öğrendikleri bilgi ve becerileri gerçek yaşamda kullanma istekleri olmuştur. Örneğin öğrencilerden Duygu programda öğrendiği bilgileri gelecekte problem çözerken kullanabileceğini “Mesela yeni icatlar yapmak. Gelecekte bir sorunu çözerken biyomimikride öğrendiğimiz bilgileri kullanarak daha kolay çözebiliriz. Mesela ben çok istiyorum şu an problem çözmeyi.” sözleriyle dile getirmiştir. Benzer şekilde Afra da yeni buluşlar gerçekleştirip geleceğe katkı sağlamak istediğini “Doğayı araştırdığımızda biz de bir şeyler bulabiliriz. Mesela cırt cırtın macerasını izlemiştik. Onun gibi biz de doğayla ilgili araştırıp işte atıyorum kelekler bunlarla ilgili bir şeyler bulup bununla ilgili icatlar yaparsak biz de geleceğimize katkı sağlamış oluruz.” sözleriyle ifade etmiştir. Elif ise derste gördüğü wing suit uçuşunun eğitimini alarak gelecekte gerçekleştirme hayalini Görsel 4.53’te yer alan günlüğüne şu sözlerle kaydetmiştir:

Görsel 4.53.

Gerçek Yaşamda Kullanma-Elif'in Günlüğü



Batuhan ise biyomimikriyle hayatı kolaylaştırmak için gelecekte bunu yaygınlaştırmak istediğini açıklarken araştırmacı ile aralarında geçen konuşma şu şekilde olmuştur:

Batuhan: Hatta bence ileride biyomimikri okulu bile açabilirim. Ona özel bir okul. Orada belki binlerce öğrenci böyle bir sürü icat çıkaracak ve bunlar daha da kolaylaştıracak hayatı. Kim bilir ki biyomimikrinin nelere yol açacağını? Şey o cırt cırt bandı bulan adamın adı neydi?

Araştırmacı: George de Mestral

Batuhan: Heh o bile küçükük ottan cırt cırtı bulduysa o bağcıklardan kurtulduysak ufakık bir şeyden, daha neler yapılabilir ki?

Özgür ise programla birlikte öğrendiği biyomimikriyi ülkeye hizmet etme amacıyla kullanmak istediğini *“Büyüyünce bunu ilk ülkeme hizmet etmek için kullanacağım için çok yararı olacağını düşünüyorum ülkemiz için de.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih de uygulanan programla öğrendiği bilgileri gelecekte kendisine ve diğer insanlara yarar sağlamak için kullanacağını şu sözlerle dile getirmiştir:

Semih: Öğretmenim insanlara yardıma ve gelecek yaşantıma katkı sağlayabilir bu biyomimikri. Hem insanların hayatını daha çok kolaylaştırırım hem de kendiminkini, çünkü bulan kişi benim. Mesela ulaşım ile ilgili bir şey yaparsam hani albatros şeyi vardı onun gibi, gelecek nesillere daha daha kolay bir hayat sunabilirim.

Ebru ise tasarım sürecinde üretilen fikirleri gelecekte gerçeğe dönüştürebileceğini *“Mesela büyüdüğümüzde bizim sunduğumuz fikirleri de şey yapabiliriz gerçekleştirebiliriz.”* sözleri ile ifade etmiştir. Aysu ise bu fikirleri mühendislere göstererek gelecekte hayata geçirebileceğini *“Mesela öğretmenim mühendislere de işe yarıyor. Mesela öğretmenim ben gidip mühendislere fikrimi göstersem belki “aaa bu fikir çok güzelmiş, bunu canlandırabiliriz” deyip belki hayata geçirebiliriz.”* sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de öğrencilerin gelecekte biyomimikriyi kullanmaya yönelik isteklerini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Öğrencilerin hem ülke için olsun hem insan hayatını kolaylaştıran bir şey için olsun yapma heyecanı ve istekleri var. O yüzden buna bakış açıları çok olumlu ve sürekli takip ediyorlar. Birçoğu “ben şunu olacağım, bunu olacağım” somut hayalleri var ve bu onlar için kesinlikle çok faydalı. İleride de bunu kullanacaklarını düşünüyorum açıkçası çünkü içlerinden bunu gerçekten kendine hedef etmiş çocuklar var. Özellikle Alper, Ömer onlar çok istiyorlar ve fikirleri çok orijinal, çok hevesliler

4.2.4. Öğretimi farklılaştırma

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma sürecinde elde edilen bulgulardan bir diğeri öğretimin farklılaştırılması olmuştur. Süreç boyunca gerek öğrencilerin ve gerekse de sınıf öğretmeninin fen bilimleri dersine yönelik öğretim içeriğinin, sürecinin, öğrenme ortamının ve ürününün farklılaştığına ilişkin görüş bildirdikleri görülmüştür. Buna yönelik elde edilen bulgular Tablo 4.16’da yer almaktadır.

Tablo 4.16.

Öğretimin Farklılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Alt Tema	Kategori
İçeriği farklılaştırma	• Müfredatı zenginleştirme • Materyali zenginleştirme
Süreci farklılaştırma	• Farklı yöntem ve tekniklerden yararlanma • Dersi etkinliklerle zenginleştirme • Aktif katılım/ öğrenci merkezlilik • Programı STEM’e/ ÜYEP’e benzetme
Öğrenme ortamını farklılaştırma	
Ürünü farklılaştırma	

4.2.4.1. İçeriği farklılaştırma

Program ile birlikte öğretimin farklılaştırılmasına yönelik elde edilen bulgulardan ilki öğretim içeriğinin farklılaştırılması olmuştur. Buna yönelik öğrenciler ve sınıf öğretmeni gerek sunulan içeriğin normal fen bilimleri müfredatının dışında daha zengin olduğunu gerekse de içeriğin normalden farklı materyallerle daha zengin bir şekilde sunulduğunu dile getirmişlerdir.

4.2.4.1.1. İçeriği farklılaştırma

Yapılan görüşmelerde öğrenciler işlenen konuların canlı ve biyomimikri örnekleri ile birlikte zenginleştirilerek normal fen müfredatından daha geniş ve derinlemesine işlendiğini böylece fen konularının dışında yeni ve farklı bilgiler de öğrenebildiklerini dile getirmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Elif 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde

“Sadece fen dersini işleseydik bu kadar fazla bilgi edinemeyebilirdik. Mesela bal karıncalarının onun dışında sincapların nerede sakladığını nasıl koruduklarını öğrenemezdik. Çünkü fen dersinde daha çok bizim nasıl sakladığımızı öğrendiğimiz için bence biyomimikrinin bize gayet fazla bir katkısı oldu.” diyerek işlenen fen konusuna dair normalden daha fazla bilgi öğrenebildiğini dile getirmiştir. Batuhan ise *“Bir yandan bilgi edinirken bir yandan da fen dersi işlediğimiz için güzel bir şey oldu. Biz normalde daha farklı konularla işliyorduk feni besinler, madenler falan öyle şeylerle işliyorduk ama böyle daha maceralı bir şey oldu. Hem fen işliyoruz hem yeni bilgiler öğreniyoruz, derste öğrenemediğimiz bilgileri”* açıklamasını yapmıştır. Ebru ise 2. dersten sonra müfredatın dışında da bilgiler öğrenilebildiğini *“Mesela filler, bu, kitapta yazmıyor ama derste öğrendik, araştırdık. Yani o orada yazmasa bile biz biliyoruz.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise 4. dersten sonra *“Fen konusuyla öbür konuları böyle bir arada işlemek bence çok güzel bir şey. Bir tek biyomimikriyle farklı konular da işleyebiliyoruz. Mesela atıyorum besin mi ya da kuvvet mi, onu işlerken başka canlıları da öğrenebiliyoruz.”* açıklamasını yapmıştır. Duygu ise 6. dersten sonra uygulanan program sayesinde konuyu daha geniş ve derinlemesine öğrenebildiğini *“Mıknatısları mesela sadece okulda görüp sonra onu geçecektik ama biyomimikride hem onun üzerinde durduk, hayvanların üzerinde olduğunu öğrendik. Hatta iç çekirdekten yararlanarak pusulanın yön bulduğunu öğrendik. Ama onu mesela eğer fen dersinde işlemiş olsaydık biyomimikri olmasaydı bunların hiçbirini öğrenemeyecektik.”* sözleriyle ifade etmiştir. Sınıf öğretmeni de uygulanan programla birlikte var olan içeriğin zenginleştirildiğini, müfredatın ötesinde öğrencilere yeni bilgiler öğretildiğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Mesela canlıları tanıyalım ünitemiz vardır bizim genelde fende. Orada bile çok daha klasik ve klişe diyebileceğim kazanım düzeyinde bilgiler var her zaman. Fakat burada o müfredatın da dışında birçok farklı canlıyla karşılaştılar. Konuları bu canlılarla ilişkilendirdiler, yeni bilgiler öğrendiler. İçerik olarak zaten çok zengindi. Zengin, etkili ama karmaşık değildi. O icatlarla mesela biz hep işte klasik bildiğimiz şişe, gemi bu örnekleri veririz yüzme batmada ama bir denizaltı mesela savunma sanayiinde de kullanılabileceğini fark ettiler. Çok farklıydı kesinlikle onlar için de benim için de. Müfredatın ötesinde çok daha farklı bilgiler edindiler.

4.2.4.1.2. Materyali farklılaştırma

Programda içeriğin farklılaştırılmasına yönelik değinilen bir diğer nokta içeriğin sunulduğu materyallerin zenginliği ve ilgi çekiciliği olmuştur. Örneğin öğrencilerden Elif

derste kullanılan materyallerle sunulan içeriğin farklılaştığını “*Mesela şunlar, dağıttığınız kartlar, deneyler olsun. Sizin söylediğiniz bilgiler de mesela o hazırladığınız slaytlar da bizim dersi farklı görmemizi sağlıyor.*” sözleriyle ifade etmiştir. Ebru ise derslerde normalden farklı materyaller kullanıldığını “*Eğlenceliydi bir kere, farklıydı. Normalde sadece kitaptan işliyorduk ama şu an çizgi filmler izliyoruz, kartları inceliyoruz, yeni bilgiler öğreniyoruz, formlar dolduruyoruz, biyomimikriyle alakalı şeyler öğreniyoruz.*” sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan ise kullanılan materyallerin farklı duyulara hitap ederek dersi farklılaştırdığını “*Normal fen dersinde kitabı açıp kitaptan sözel olarak konuşuyoruz ama biyomimikri dersinde hem fen dersi yapıyoruz hem de fen dersini deneylerle yapıyoruz, videolarını izliyoruz. Sözel değil de daha görselci, daha anlatıcı yapıyoruz. O yüzden daha güzel geliyor. Çocuklar daha iyi öğreniyor.*” sözleriyle dile getirmiştir. Afra ise kullanılan farklı materyallere ilişkin “*Fen dersinde, kitaplardan, çok fazla bir şey anlamıyorum. Sadece bir kere okuyup, iki kere okuyup geçiyoruz. O yüzden pek bir şey anlamıyorum ama biyomimikride deneyler yapıyoruz, videolarını izliyoruz, broşürleri okuyoruz, formlar dolduruyoruz o yüzden biyomimikrinin hayatımda çok fazla etkisi oluyor.*” açıklamasını yapmıştır. Duygu da derslerde izlediği videolara değinerek fen dersini farklılaştırdığını “*O izlettiğiniz videolardan ben çok etkilendim mesela. Notilus diye bir canlının olduğunu bile bilmiyordum bazı canlıların olduğunu bile. Hem fen dersinde böyle bir şeyler olsa gerçekten bayağı isteklenirim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Öğrencilerin yanı sıra sınıf öğretmeni de programda kullanılan materyallerin zenginliğini her ders sonrası yapılan görüşmelerde farklı şekillerde dile getirmiştir. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde sunulan içeriğin farklı materyallerle desteklendiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Zaten videolar ve görsellerle desteklenen zengin bir çalışma ortamıyla çocukların iyice tam öğrenme kavramını da gerçekleştirdiğini düşünüyorum. Görseller zengindi, kartlarla 7 farklı canlıyı tanımış oldular. Arkasındaki bilgiler onlar için zengin ve ilgi çekiciydi. İlgi çekici olması da çok önemliydi. Bu konuda da çok güzel buldum. Video destekleri çok iyiydi. Çocuklar çünkü heyecanlandıkları süreçte konuları daha farklı yöntemlerle kazandılar. Hani her türlü şeyle desteklenmişti. Videomuz vardı, görsellerimiz vardı, oyun kartları şeklinde hazırlanmıştı ya da dönütlerini alacakları kartlar hazırda ve renkliydi. Zengin bir öğrenme ortamı zaten kalıcı öğrenmeyi getirir. Zaten dediğim gibi en başta da heyecan ve merak da hat safhada olduğu için de gayet materyal desteklerinin de sağlam olduğuna inanıyorum.

3. dersten sonra ise kullanılan materyallerin dersi zenginleştirdiğini *“Ben şimdi bazen hani video kullanırım, soru cevap kullanırım elimden geldiğince ama her zaman olmuyor. Çocuklara bakınca bugün o videolar, kart eşleme, takım çalışmaları öğrencilerin çok ilgisini çekti ve farklı geldi... Her derse yönelik materyaller zengin ve farklı.”* sözleriyle dile getirmiştir. 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise önceden hazır olan materyaller sayesinde ders işlenişinin kolaylaştığını ve zenginleştirdiğini *“Aslında etkinlik ve materyaller hazır olduğunda daha farklı yöntemlerin de uygulanabileceğini göstermiş oldu bana bu ders. Çünkü bayağı bir zenginlik kattı, öğrenciler her dakikasını ilgiyle takip ettiler.”* sözleriyle ifade etmiştir. 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise kullanılan materyallerden biri olan broşürlerle ilgili *“Broşürler falan çok etkili. Onları okurken, ederken zaten birbirleriyle paylaşıırken veya bunları dosyalarken çocuklar zaten bir bilgi arşivi oluşturuyorlar kendilerine. Bu anlamda o hani zenginlik katıyor. O konu benim çok hoşuma gidiyor hani dosyalamaları.”* açıklamasını yapmıştır.

4.2.4.2. Süreci farklılaştırma

Program ile birlikte öğretimin farklılaştırılmasına yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri öğretim sürecinin farklılaştırılması olmuştur. Buna yönelik öğrenciler ve sınıf öğretmeni derslerde farklı yöntem ve tekniklerden yararlandığını, etkinliklerle zenginleştirildiğini, aktif katılım ve öğrenci merkezliliğin sağlandığını ve etkinliklerin STEM’e benzediğini ifade etmişlerdir. Bir öğrenci ise STEM’in yanı sıra ÜYEP’e de benzediğini dile getirmiştir.

4.2.4.2.1. Farklı yöntem ve tekniklerden yararlanma

Yapılan görüşmelerde öğrenciler ve sınıf öğretmeni derslerde kullanılan grup tartışması, soru-cevap tekniği, oyunlarla öğretim, deney, beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi, sinektik gibi farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin işlenen dersi farklılaştırdığını sıklıkla dile getirmişlerdir. Örneğin 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde Duygu *“Takım çalışmalarını hiç yapmamıştım. Bunu çok sevdim. Daha önce sadece birinci sınıfta yapmıştık. O zaman hep böyle takım çalışması yapmak istemişimdir. Ve o takım çalışması yapmak benim çok hoşuma gitti.”* diyerek grup çalışmalarının dersi farklılaştırdığına değinmiştir. Ebru ise 2. derste yapılan grup tartışmasının dersi farklılaştırdığını *“Çok farklıydı. Mesela orada hani kartlar şey yaptık ya böyle hem hızlıydı hem eğlenceliydi. Sonra hani sorular sorduk onları tartıştık çok güzeldi.”* sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise 4. dersten sonra yapılan deneylerin fen

dersini farklılaştırdığını “Normal fen dersimizde hiç böyle deney yapmıyoruz. Sadece böyle metinler okuyoruz. Öğretmen bir şeyler anlatıyor onu dinliyoruz ama biyomimikride böyle deneyler yapıyoruz. Daha eğlenceli oluyor.” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu 5. derste yapılan analogilerle öğretim stratejisinin dersi farklılaştırdığını “O ders o çizimi yaparken çok farklıydı böyle sanki işin ucunda bir hediye varmış gibi çok heyecanlandım. Kendimi sanki mühendis gibi hissettim.” sözleriyle belirtmiştir. Özgür ise 6. dersten sonra yapılan görüşmelerde “Fen dersinde kitabı okuyoruz geçiyoruz ama biyomimikride deneyerek, öğrenerek, araştırarak, bilgilenererek bu dersi işliyoruz. Ders kitabında sadece onunla ilgili mesela mıknaşın S/N kutupları vardır bu kadar oluyor ama biyomimikride daha böyle içini açarak böyle içini aç aça aça öğreniyoruz.” açıklamasını yapmıştır. Semih de derste yapılan sinektik etkinliğine değinerek dersi farklılaştırdığını “Benzetme çok güzeldi, bir şeyi bir şeye benzetme. Böyle farklı bir şey yaptığımda beni daha çok heyecanlandırıyor. Mesela ağaçkakanı kapı ziline benzetmişim ben derste...” sözleriyle ifade etmiştir. Batuhan ise 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde “Siz gelmeden önce fen dersini başka bir şekilde işliyorduk. Siz gelince farklı bir şekilde işliyoruz. Fen dersinde böyle hem araştırma yapmak hem de deneyler yapınca fen derslerine ayrı bir hayranlığım oluyor benim.” diyerek işlenen derslerin deneyler ve araştırmalarla farklılaştığını dile getirmiştir. Derslerde kullanılan yöntem ve tekniklerin öğretimi farklılaştırdığını ifade eden sınıf öğretmeni ise düşüncelerini şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Farklılık kesinlikle oldu. Sunuş yöntemiyle ders işliyoruz biz genelde. Kalabalık sınıflardaki en rahat öğretim yöntemi sunuş yöntemidir. Fakat bunun dışında daha detaylı bir öğretim stratejisi vardı burada. Hani hadi hop kalkın grup yaptık işte grup etkinliğine katılıyoruz, oradan deneylere geçiyoruz, oradan beyin fırtınasına. Hani hep bir hareketlilik hep böyle tahminlerle, gözlemlerle öğrencileri canlı tutuyoruz. Daha incelemeli ve incelerken de düşündürmeye yönelik bir yöntem var burada. Hani fen bilgisi derslerinde deneylere fırsat buldukça giriyorum ben ama yalan yok bu derslerde daha çok giriyorum. O yüzden farklı bir süreç oldu benim için de.

4.2.4.2.2. Dersi etkinliklerle zenginleştirme

Program sürecinde öğrencilerin değindikleri durumlardan bir diğeri işlenen derslerin etkinliklerle zenginleştirilmesi olmuştur. Örneğin 2. dersten sonra yapılan Semih işlenen derslerin etkinliklerle zenginleştiğini “Fen dersleri normalde sade oluyordu ama bunda hem eğleniyoruz hem öğreniyoruz hem bilgileniyoruz hem de etkinlik yapıyoruz.”

sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise 3. dersten sonra derslerin etkinliklerle farklılaştığını *“Önceden çok düzdü, burada biyomimikride canlılar geliyor araştırma yapıyoruz, etkinlikler yapıyoruz daha iyi oldu mesela. Önceden araştırmak gibi bir şey yoktu sadece okula gidip geliyorduk başka hiçbir şey yapmıyorduk.”* sözleriyle açıklamıştır. Afra ise 4. dersten sonra *“Öğretmenim fen derslerinde hiç etkinlik yapamıyoruz. Mesela kitapta bir soru çıkıyor, etkinlik çıkıyor yapamıyoruz. Çünkü yanımızda etkinlik malzemeleri yok ama biyomimikride hiç böyle yani hiç yapmadıklarımızı yapıyoruz, deneyler etkinlikler. Sanki sadece fen dersinde değiliz, bambaşka bir derste gibi.”* diyerek fen derslerini etkinliklerle işlemeye başladıklarını dile getirmiştir. Duygu ise 5. dersten sonra uygulanan programda fen konuların etkinliklerle zenginleştirildiğini *“Fendeki konuları işliyoruz ama onu yani biyomimikride daha etkin, etkinliktir ve eğlenceli işliyoruz.”* sözleriyle ifade etmiştir. Aysu da 6. dersten yapılan etkinliklerle işlenen derslerin kendisine daha farklı geldiğini *“Fen dersinden daha eğlenceli geliyor yani mesela bir şeyi düz yaparsan işte sade, böyle biraz sıkıcı oluyor ama işte böyle etkinliklerle yaparsan böyle eğlenceli geçiyor.”* sözleriyle açıklamıştır. Batuhan ise 7. derste etkinlik de değinerek yapılan etkinliklerle öğretimin farklılaştırıldığını *“Normalde tek konu onun üzerinden gidiyoruz ama biyomimikride deneyler yapıyoruz, şirket başkanları oluyor, onlarla grup oluyor, formlar dağıtılıyor, denizaltını değerlendiriyoruz, anlatım oluyor anlatımları dinliyoruz. Daha böyle eğlenceli farklı farklı şeyler yapıyoruz.”* sözleriyle ifade etmiştir.

4.2.4.2.3. Aktif katılım/ öğrenci merkezlilik

Program sürecinde öğrencilerin değindikleri noktalardan bir diğeri aktif katılım ve öğrenci merkezlilik olmuştur. Programla birlikte öğrenciler ders sürecine daha çok katılım gösterdiklerini ve aktif rol aldıklarını dile getirmişlerdir. Örneğin 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde Duygu kendisine ilginç gelen bu durumu şu sözlerle ifade etmiştir:

Duygu: Grup çalışmasında herkesin bir şey deme fikri herkesin bir fikrinin olması çok sesin olması bana çok farklı geldi, çok farklıydı yani. Normalde hani öğretmen tahtaya yazıyordu, cevaplıyorduk işte o yazıyordu, kitaptan işliyorduk ama bu sefer etkinlik yapıyoruz. Böyle düz değil hepsi bir değişik daha böyle şey hareketli olduğu için daha çok güzeldi.

Batuhan ise 2. dersten sonra yaşadığı deneyimi şu sözlerle dile getirmiştir:

Batuhan: Normalde derste konuşmamız yani dersi anlayamayız arkadaşımızla konuştuğumuzda dersi dinlemeyiz yani dersten sıkılmış oluruz büyük ihtimalle ama mesela yani biyomimikride hiç böyle bir şey yapmıyorum. Yani arkadaşımınla birlikte ders içinde konuşuyorum, o benim çok garibime gidiyor mesela aslında olmaması gereken bir şey sanki

böyle bir tane kural ihlali yapıyormuşum gibime geliyor ama siz arkadaşlarınızla tartışın diyorsunuz, soru soruyorsunuz, o çok garibime gidiyor.

Ebru ise 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde derste daha aktif olduklarını *“Böyle sessiz durup okuma falan gelmiyor. Hem sesli geçiyor hem eğlenceli geçiyor. Arkadaşlarımızla konuşuyoruz. Konuşarak da etkinlik yapıyoruz ayrıca. Derste böyle bir şeyler anlatmak, söz hakkı almak çok güzel”* sözleriyle ifade etmiştir. Afra ise 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde derse daha fazla katılım gösterdiğini şu ifadelerle dile getirmiştir:

Afra: Fen dersinde daha hem sözel olarak konuşabiliyorum hem de daha iyi fikirlerimi sunabiliyorum. Mesela biyomimikri olmadan da sunuyordum ama böyle düşünüyordum acaba bir şey olur mu diye ama biyomimikri dersi olunca böyle bir baktım ki kendimi derste falan daha verimli ve daha katkılı buluyorum.

Özgür ise 5. dersten sonra etkinlikler sayesinde daha aktif olduklarını *“Derste hareketli olmamız ve normalde sadece kitaplarımızdan işlemememiz, sözlü iletişim olması, gruplar kurmamız, takım çalışması olması bu tabii ki de bizi daha aktif yapıyor.”* sözleriyle açıklamıştır. Aysu da merak ettiği soruları daha çok sorabildiğini *“Böyle duygularımızı böyle söyleyebiliyoruz. Mesela içimizden geçiyor, sorularımızı daha çok sorabiliyoruz. Diğer derslerde hep şey yaptığımız için test mest soramıyoruz.”* sözleriyle dile getirmiştir. Murat ise 6. dersten sonra etkinlikler sayesinde daha hareketli ve daha aktif olduğunu *“Daha hızlı geçiyor çünkü daha çok hareketli geçiyor. Böyle yazı yazıyoruz, tartışıyoruz falan neler düşündüğümüzü onlar daha çok güzel oluyor, derslere daha da iyi katılıyoruz.”* şeklinde açıklamıştır. Semih de 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde deneyleri kendilerinin yapabildiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Semih: Öğretmenim çok fark var çünkü mesela fen bilimleri dersinde bazen böyle şeyler oluyor neydi o deneyler oluyor. O deneyleri öğretmen yapıyormuş gibi bazılarını öyle gösteriyor bazılarını da gerçekten yapıyor ama bize yaptırmıyor mesela. Ama biyomimikride hem biz yapıyoruz hem siz yapıyorsunuz hem gösteriyorsunuz hem mesela şey denizaltı deneyi vardı mesela o deneyin tam tersinin olacağını düşündüm mesela baktığımızda. Burada bile etkinlik vardı ve teneffüste de bize vermiştiniz. Siz de bunları deneyebilirsiniz demiştiniz. Herkes almıştı, ben önceden arkada oturduğum için hemen kapıvermiştim. Ama cidden çok garip bir şey mesela. O an biz de deneyebiliyorduk

Yapılan etkinliklerin izlenen süreci daha öğrenci merkezli hale getirdiğini ifade eden sınıf öğretmeni ise programda deneyimlediği öğrenci ve öğretmen rollerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Öğrenci merkezliye döndük etkinliklerde, tamamen çocukların fikirleri ve yönelimleri ön plandaydı çünkü. Benim anlatacağım fikirden çok onların kuracağı bağlantılar benim için önemliydi. O yüzden ben daha çok rehber konumundaydım yönlendiren düşündüren. Onlar da aktif rol alan kısımdaydı. O yüzden farklı bir süreç oldu benim için. Sıradanlıktan ve rutinlikten çıkardığını düşünüyorum fen derslerini

4.2.4.2.4. STEM'e/ ÜYEP'e benzetme

Uygulanan programın öğretim sürecini farklılaştırmasına ilişkin öğrencilerden bazıları yapılan etkinlikleri STEM ve ÜYEP çalışmalarına benzetmiştir. Bu öğrenciler; 2. sınıfta ilgili şubede STEM etkinliği için belirlenen 6 öğrenciden Elif, Özgür ve okuldaki ÜYEP sınıfına devam eden Duygu'dur. Görüşme yapılan diğer öğrenciler sınıfta yapılan STEM etkinliğine katılmamışlardır.

Bahsedilen öğrencilerden Elif uygulanan programı STEM'e benzeterek kendisi için farklılık oluşturduğunu *"Güzel bir farklılık oldu benim için. Hani böyle etkinlikleri biz ikinci sınıfta STEM diye yapıyorduk. Onun bir devamı gibi olduğu için, benim için güzel oldu."* sözleriyle dile getirmiştir. Özgür ise programdaki etkinliklerin STEM ile benzerliğini *"Öğretmenim zaten biz bu biyomimikride aslında yani bilim insanı gibi hissediyoruz kendimizi. Çünkü hep araştırma yapıyoruz, bununla ilgili notlar alıyoruz yapılarını inceliyoruz. Yani zaten ben bilime meraklı bir çocuğum ve STEM'de de yapmıştık bunu. Çok da güzel bir şey ya bilimi öğrenmek zaten çok güzel."* sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise programın kendisi için ÜYEP ve BİLSEM'e benzer bir imkân sunduğunu *"Böyle benim için yeni ve farklı bir şey böyle. Şimdi ben okula gidiyorum, BİLSEM diye bir şey kazandım BİLSEM'e gidiyorum. Burada bir ÜYEP'im var oraya gidiyorum. Hem bu biyomimikriye gitmek benim için 4 ayrı öğretmenin 5-6 öğretmenin bana bakması demek olduğu için çok güzel bir şey."* sözleri ile dile getirmiştir.

Öğrencilerin ders sürecinde sahip oldukları bu görüşler tasarım haftalarında da devam etmiştir. Örneğin öğrencilerden Elif tasarım aşamasında izlenen adımları yaptıkları STEM çalışmasına benzeterek *"Böyle tasarımlarımızı yaparken aşamaları STEM'e de benziyor gibiydi ama STEM'den daha çok ben biyomimikriyi sevdim."* açıklamasını yapmıştır. Özgür ise ürün tasarlama aşamasını STEM'e benzetmekle birlikte farklılıklarını da şu sözlerle dile getirmiştir:

Özgür: STEM de birazcık biyomimikriye benzerdi ama beni çok fazla etkilemiyordu. Çünkü orada sadece model oluşturuyorduk. Mesela diyor ki sincap evi oluşturun, biz ona göre modelleme yapıyoruz. Biz kendi kafamızdan yapamıyoruz. Mesela sincaplara yuva yapın

diyor onu yapıyoruz. Yani sadece tasarlama işlemini biz yapıyoruz, büyüklüğünü küçüklüğünü. Zaten bina hazır biz sadece içine eşya koyuyoruz. Ne bileyim daha sonra çatısını yapıyoruz, duvarını yapıyoruz o şekilde. Ama burada kendi kafamızdan üretiyoruz. Orada böyle tarifleri veriyorlar ama biyomimikride ne yapacağımızı biz kendimiz buluyoruz.

Duygu da STEM’de izledikleri tasarım süreci ile programda gerçekleştirilen tasarım süreci arasındaki benzerlik ve farklılıkları şu sözlerle aktarmıştır:

Duygu: Biyomimikride de ürettiğimiz ürünün bir işlevi, bir amacı var. Mesela biz diyoruz ki bu yaptığım kıyafet yalıtımı örnek veriyorum, bu kıyafet yalıtımı soğuktan korunmak için yapıldı. Diğerinde de öyleydi ama biz kendimiz bulmamıştık. Ama ürünü geliştirme aşamasında biraz benzerlik var. Şöyle bir benzerlik var STEM’de bir problem durumumuz vardı ya biyomimikride de esinlenerek yaptığımız ürünün içerisinde anlatırken diyoruz ki işte yaşlılar için yaptık, şunun için yaptık, şu şu nedenle yaptık, bu benziyor hani neden, neden yaptın ürünü, bu benziyor. Ürün değerlendirme diyoruz işte değerlendirme kriterleri hepsinin ikisinde de vardı. Çoğu yönü benziyor ikisinde de hepsinde bilim var, sonra teknoloji var, mühendislik, matematik ve sanat bulunuyor.

Öğrencilere benzer şekilde sınıf öğretmeni de uygulanan programı yaptıkları STEM çalışmasına benzeterek gerçekleştirilen tasarım sürecini şu sözlerle açıklamıştır:

Buket Öğretmen: Zaten STEM’le de benzer gidiyor. STEM aşamalarının aynısı biyomimikride de aynısı. Hani bir problem durumu çözdük. Bunun içinde yaparak yaşayarak öğrendik. Bununla ilgili hani eğitimler aldık şeyler yaptık o bizi zenginleştirdi. Ondan sonrası da zaten öğretmenin manevrasına ve maharetine kalıyor sınıf dinamiğini yönetmek. Hani ondan sonrası zaten kolay. Öğretmenin onun felsefesi, tasarım sürecinin felsefesi, biyomimikrinin felsefesi önce bunun ne demek olduğunu çok iyi anlaması lazım kesinlikle

4.2.4.3. Öğrenme ortamını farklılaştırma

Program ile birlikte öğretimin farklılaştırılmasına yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri öğrenme ortamının farklılaştırılması olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulamalarda öğretimsel faaliyetlere göre fiziksel ortam düzenlemeleri yapılmış; grup çalışmalarında 5-6 öğrencinin birbirlerini görebileceği ve iletişim kurabilecekleri ekip çalışması düzenine geçilmiştir. Buna yönelik 3. derste geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Evet bu canlıları incelediğimize göre sırada bir oyun oynayalım artık değil mi?

Öğrenciler: Eveet

Öğretmen: Kart oyunu oynayacağız.

Öğrenciler: Yeess

Öğretmen: Ama ben masa boşaltılması için bu masa, bu masa eşyalarınızı kaldırın.

Meriç: Aynı gruplar mı öğretmenim?

Öğretmen: 6 tane boş masa istiyorum...

7. derste yapılan ekip çalışması düzenine dair örnek bir görsel ise Görsel 4.54'te yer almaktadır.

Görsel 4.54.

Grup Çalışmalarında Gerçekleştirilen Ekip Çalışması Düzeni



Derslerden sonra yapılan görüşmelerde öğrenciler grup çalışmaları için yapılan sınıf düzenlemelerinin kendilerini farklı hissettirdiğini dile getirmişlerdir. Örneğin Afra sınıflarındaki bu düzeni başka şubelerle karşılaştırarak “*Mesela ben gelirken baktım böyle bir tek bizim sınıfımızın sıraları gruplar halinde çevrili, bütün sınıfların normal sıra şeklinde ama bizim sınıfımızın gruplar halinde sanki sadece bize özel bir şey gibi geliyor bu beni heyecanlandırıyor.*” açıklamasını yapmıştır. Murat ve Semih ise yapılan görüşmelerde öğrenme ortamının farklılaşmasına ilişkin şu diyalogu kurmuşlardır:

Murat: Bir tek geçen sene sınıftayken masaları dizdik yuvarlak bir şekilde şöyle, oraya oturduk fasulye diktik ama başka hiç yapmadık, bir tek bu var

Semih: Evet tek bu var, biyomimikri

Duygu ise sınıfta oluşturulan ortam ve etkinliklerin kendisini farklı hissettirdiğini “*Çünkü değişik bir ortam hani sınıftayız ama değişik bir şey yapmak, böyle sıralar değişiyor falan, bizim konuşmamız çok acayip bir şey.*” sözleriyle dile getirmiştir. Özgür de sınıf ikliminin farklılaşmasına ilişkin “*Bana böyle sanki böyle o dersi dışarıda işliyormuşuz,*

gözlemleyerek yapıyormuşuz ve bunu sınıfta uyguluyormuşuz gibi aynısı gibi resmen.” açıklamasını yapmıştır.

4.2.4.4. Ürünü farklılaştırma

Program ile birlikte öğretimin farklılaştırılmasına yönelik elde edilen bulgulardan bir diğeri öğrenme ürününün farklılaştırılması olmuştur. Sınıfta gerçekleştirilen uygulamalarda öğrenciler öğrendikleri bilgi ve becerileri sınav temelli geleneksel uygulamalarla değil performans temelli ürünlerle ortaya koymuşlardır. Süreç sonunda ise ortaya koydukları bu ürünleri sunuma dönüştürmüşlerdir. Öğrencilerin tasarım süreçlerine ilişkin görsellerden bazıları Görsel 4.55’te yer almaktadır.

Görsel 4.55.

Sınıfta Gerçekleştirilen Tasarım Sürecine İlişkin Görseller



Tasarım haftalarında öğrencilerle yapılan görüşmelerde Duygu fen bilimleri dersinde ürün tasarlamaya yönelik hissettiği farklılığı *“Normalde araştırma, icat falan yapmıyorduk fen derslerinde. Mesela diğer sınıflar şu an hiç yapmıyor böyle şeyler ama biz yapıyoruz. Hatta resim kursunda Sıla işte bu konuyu açmıştı hatta diğer sınıflardan bazıları inanmamışlardı, bizim ders kitaplarımızda niye yok diye ama Sıla inandırdı en sonunda. Yaptığımız çalışmalar dosyasındaymış, onları gösterdi.”* sözleriyle dile getirmiştir. Özgür ise program sayesinde ilk defa kendi düşündüğü bir tasarımı ortaya koyduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Özgür: Mesela bana ben önceden hiç böyle icat falan yapmamıştım böyle aklıma bir şey getirip ilk defa biyomimikride bunu güzelliğini tattım aslında biraz daha. Bunu mesela yapıyorum yapıyorum ondan sonra oluşturunca ve bu da benim hayatta işime yarıyor. El yapımı kek gibi bir şey aslında bu. Dışardan hazır almıyorsun kendin, kendi kendine yapıyorsun bu da senin işine yarıyor bu da güzel oluyor.

Batuhan ise normalden farklı olarak fen derslerinde gerçekleştirdikleri tasarım sürecini “Biz şimdi dediğim gibi tasarım haftalarındayız yani arkadaşlarımızla tasarım yapıyoruz ama fen dersinde bunları yapmıyoruz. Mesela yani arkadaşlarımızla bant yapıştırıyoruz, kesiyoruz, yeni bir şeyler araştırıyoruz. Fen dersinde de artık araştıracağımız bir şeyler çıkıyor.” sözleriyle ifade etmiştir. Murat ise sınav temelli uygulamalar yerine performans temelli uygulamaları tercih ettiğini “Normalde sadece konuyu işliyoruz test çözüyoruz, konuyu işliyoruz test çözüyoruz ama şimdi kendi icatlarımızı yapıyoruz. Bu çok güzel bir şey bence keşke hep böyle olsa.” sözleriyle dile getirmiştir. Sınıf öğretmeni de fen derslerinde öğrenme ürününün farklılaştırılmasına yönelik düşüncelerini şu sözlerle belirtmiştir:

Buket Öğretmen: Biyomimikriyle hep yeni deneyimler edindiler zaten. Onlara en çok yenilik biyomimikri kavramı ve tasarımlarındaki çalışma süreçleri oldu. Ben de aslında potansiyellerini ilk defa gördüm bu anlamda. Çünkü öğrencilerin bu becerilerini görme şansımız pek olmuyor, dönem sonunda yazılılar, sınavlar, bunların koşuşturmacasında oluyoruz genelde ama öğrenciler tasarımlarını çizdiler, çizim sürecinden sonra bir model oluşturma sürecine girdiler. İlk özgün olarak kendi tasarımlarını ürettiler ve canlılardan esinlenme, doğa ile bağlantı kurma tamamen hayatlarında bir yenilik oldu onlar için ve mühendislik becerilerini harekete geçirdiler.

Öğrenciler tasarım sürecinin ardından ürünlerini sunum haline getirerek slaytlar eşliğinde sunmuşlardır. Öğrencilerin sunum süreçlerine ilişkin görsellerden bazıları ise Görsel 4.56’da yer almaktadır.

Görsel 4.56.

Sınıfta Gerçekleştirilen Sunum Sürecine İlişkin Görseller



[Görsel 4.56. (Devam) Sınıfta Gerçekleştirilen Sunum Sürecine İlişkin Görseller]



Sunum sürecinin ardından yapılan görüşmelerde öğrencilerden birçoğu gerek grupta sunum hazırlama sürecinin gerekse de tasarımları sunma sürecinin kendileri için farklı ve yeni bir deneyim olduğunu dile getirmişlerdir. Örneğin öğrencilerden Elif sunum hazırlama ve sunma sürecinde yaşadığı deneyimi “*Mesela birlikte sunum hazırlamak benim için çok farklıydı. İlk defa birlikte sunum hazırladık, sonra onu düzenledik, sonra sunduk. Bir hafta önce birlikte sunumu hazırlayacağız diye anlaşıyorduk. Cemre’nin annesi bize şeyi attı, öyle hazırladık ama başta böyle bir şey yapacaksınız deseler hayal bile edemezdim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Semih ise yaşadığı deneyimin farklılığını “*Benim için o gün diğer biyomimikri derslerinden daha da güzel geçti. Çünkü tasarımlarımızı müdüre sunmak, bilim hocasına sunmak benim için çok farklı bir şeydi. İlk defa sunum yaptık, müdür sınıfımıza geldi ve bizi dinledi.*” sözleriyle dile getirmiştir. Aysu ise ilk defa bir sunum yaptığını “*Benim hatırladığım kadarıyla sunum yaptığım hiçbir zaman olmadı olduysa da hatırlamıyorum yani belki ilkim olabilir bu.*” sözleriyle açıklamıştır. Sınıf öğretmeni de birçok öğrencinin ilk defa sunum deneyimi yaşadıklarını dile getirerek fen dersine bakış açılarına olumlu katkısı olduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Genel olarak çocukların kendini ifade becerileriyle birlikte yaptıkları ürünlerin arkasında durması ve nasıl oluşturduklarını, o süreci hepsini izah etmeleri onların deneyimlerinin zenginleşmesine ve daha değişik bir hayat tecrübesi edinmesine bence bayağı bir katkı sağladı. Çünkü çoğunun ilk defa böyle bir deneyimi oldu diyebilirim. Yani ilki olmasına rağmen ben başarılı buldum çocukları ve fenle ilgili bakış açılarını da çok hani olumlu ve güzel etkilediğini düşünüyorum.

4.2.5. Öğretmene katkı

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma sürecinde elde edilen bulgulardan bir diğeri öğretmene sağlanan bireysel ve mesleki katkı olmuştur. Süreç

içerisinde sınıf öğretmeni genel kültürünü artırma, yeni tecrübeler edinme ve algısal değişim süreçlerine değinerek programın kendisine sağladığı bireysel ve mesleki katkılardan bahsetmiştir. Öğretmene sağlanan bu katkılara ilişkin bulgular Tablo 4.17’de yer almaktadır.

Tablo 4.17.

Programın Öğretmene Sağladığı Katkılara İlişkin Bulgular

Alt Tema	Kategori
Genel kültürünü artırma	
Yeni tecrübeler edinme	• Zengin ders ortamı sağlama - Farklı strateji, yöntem ve tekniklerden yararlanma • Öğrencileri tanıma/ potansiyellerini keşfetme
Algısal değişim	• Potansiyelini görme/ çekimserlikten kurtulma • Yeni stratejilere olumlu tutum geliştirme

4.2.5.1. Genel kültürünü artırma

Uygulanan programla birlikte sınıf öğretmeninin bireysel ve mesleki katkıya ilişkin değindiği konulardan ilki işlenen ders içerikleri sayesinde yeni ve farklı bilgiler öğrenerek genel kültürünü artırma olmuştur. Örneğin 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde sınıf öğretmeni bu durumu “*Kesinlikle benim de genel kültürüm arttı. Ben de en az çocuklar kadar hani bazı canlıları tanıımıyordum. İsmen biliyorduk, doğada görmüşlüğümüz vardı bazılarını ama tamamen detaylı bilmiyorduk.*” sözleriyle dile getirmiştir. 2. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise bu konudaki düşüncelerini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Sonuçta dediğim gibi çocuklara her yeni bir bilgiyi verirken önce kendim o bilgileri öğreniyorum. Biz klasik hani yaşamımızda daha çok temas ettiğimiz canlıları biliyoruz. Ya da hani işlediğimiz derslerde belki işte soğuk havalarda yaşayan ya da sıcak iklimlerde yaşayan tek tük canlıyı bilirken burada daha fazla detay ve daha farklı bilgiler öğrenmek benim için de çok heyecanlı. Eminim bu heyecan çocuklarda da oldu.

3. dersten sonra ise yeni bilgiler edinmeye ilişkin düşüncelerini ise şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Hani şahsım adına kendim de yeni bilgi öğreniyorum çünkü detaylı bir şekilde bizim 3-5 tane örneğimiz varken hani şeyle ilgili doğadan esinlenen biyomimikriyle ilgili tasarımlarla hani birçok bilmediğimiz canlıyı kavradık. Onların özellikleri, o güneş panellerinin güneşe yönelme sistemi ya da akbaların ya da o işte pangolin, pangolini ilk defa ben bu ders planında gördüm. Hani çocukların çoğu da öyle. Hani o sinek kapanına yine birazcık aşınaydık ama birçok şey için yeni bilgi edindiler aslında

Sınıf öğretmeninin yeni bilgiler sayesinde genel kültürünü artırmaya ilişkin düşünceleri ilerleyen derslerde de devam etmiştir. Örneğin 5. dersten sonra bu düşüncesini *“Benim kendi genel kültürümü arttırdı bu kanıksanamaz bir gerçek. Genel kültür bilgim arttı. Ben de canlıları tanıyorum ve onlardan yapılan icatları, o canlıları tanıyarak işte kendi genel kültürüm de gelişiyor.”* sözleriyle yinelerken 6. dersten sonra işlenen canlı örneğine de değinerek şu açıklamalarda bulunmuştur:

Buket Öğretmen: Yani sonuçta bir canlının içerisinde mıknatıslık özelliği taşıyabilecek en zaten güzel canlı örneği posta güvercini idi. Hani diğer salyangoz, ıstakoz falan ama posta güvercinleri gerçekten bu konuda enteresan. Hani bunu her zaman kendim de merak etmişim ama bu kadar detaylı bilgisini bilmiyordum. Bu çocuklar bu yaşta onunla ilgili detaylı bir bilgiye sahip oldular. Hani çünkü hep bunu düşünürüz aslında savaş zamanlarında telgraflar kullanıldı, işte bir yerden bir yere bir posta güvercinleri uçuruldu ama o posta güvercinlerine nasıl bir eğitim verildi? Yani nasıl sadece eğitimle mi gittiler? Hayır, meğer sadece eğitim değilmiş. Gagaların altında bulunan mıknatıslar sayesinde. Bunları keşfetmek çocuklar için de benim için de farklı bir deneyim oldu, içerik zengindi bizim için. Yani bu ders için iyi bir bağ kurduk canlılarla.

7. dersten sonra ise sunulan canlı ve biyomimikri örneğinin kendi genel kültürüne sağladığı katkıyı şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Mesela notilusu bilmiyordum ben de. Denizaltılar yapılırken notilus diye bir canlıdan esinlendiğini bilmiyordum, denizaltıların hiç bu kadar detayına girmemişim. Hiç bu kadar onun detaylı araştırmasını bilmiyordum. Notilusun işte göz göz odacıktan oluştuğunu, suyu istediği zaman çekip bıraktığını... Ders planları geliştirilirken notilus diye bir canlının varlığından haberdar oldum, denizaltı çünkü bir şeyden esinlenmiş ondan, o kadardı. Bu da benim de genel kültür bilgimi artırdı tabii ki.

4.2.5.2. Yeni tecrübeler edinme

Uygulanan programla birlikte sınıf öğretmeninin bireysel ve mesleki katkıya ilişkin değindiği konulardan bir diğeri yeni tecrübeler edinme olmuştur. Program sürecinde sınıf öğretmeni öğrencilere zengin bir ders ortamı sağlama, farklı yaklaşım, strateji, yöntem ve teknikler kullanma ve öğrencileri daha yakından tanıma/ potansiyellerini keşfetme anlamında yeni tecrübeler edinerek kendini geliştirme imkânı bulduğunu dile getirmiştir.

4.2.5.2.1. Zengin ders ortamı sağlama

Sınıf öğretmeninin programla birlikte yeni tecrübeler edinmeye yönelik değindiği noktalardan ilki farklı yaklaşım, strateji, yöntem ve teknikler deneyerek zengin bir ders ortamı sağlama imkânı olmuştur. Buna yönelik 1. dersten sonra yapılan görüşmelerde

programın kendisine sağladığı katkıyı “*Bana çok katkı sağladı. Farklı bir zengin ders ortamı yaratması da benim için oradaki manevralarımı geliştirmemi sağladı.*” sözleriyle ifade etmiştir. 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise edindiği tecrübeyi “*Hani maksimum derecede öğrenilebilecek şeyler öğretmek bana tecrübe katıyor çocuklara da zenginlik katıyor. Yani yeni şeyler öğrenmek, yeni projelerde yer almak, yeni bilgiler öğretmek bana zenginlik katarken çocuklara da hem yenilik hem de keyif katması benim için çok muazzam.*” sözleriyle dile getirmiştir. 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise programla birlikte yeni öğretim yaklaşımlarını denemenin kendisinde yarattığı gelişimi “*Ders planlarının tabii ki farklı bir uygulamasının olması beni rutinin dışına çıkardı ve daha öğrenci merkezli olmaya başladı daha böyle onların aktif rol oynadığı dersler olduğu için bana kesinlikle katkı sunduğuna inanıyorum. Kendimi geliştirdim ben de mesela bu yönde geliştirdim.*” sözleriyle ifade etmiştir. Derste uygulanan deney sayesinde edindiği pratiği ise “*...Çünkü grup kalabalıklaştıkça herkes böyle tabii ki yapmak istiyor ama kontrollü yapmaları gerekiyor. Hani o anlamda tabii ki bana pratiklik sağladı bugünkü deneyle öğrenme ortamı. Kesinlikle çocuklar için çok kalıcı öğrenme.*” sözleri ile dile getirmiştir. 5. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise farklı strateji, yöntem ve teknikler kullanma konusunda edindiği tecrübeyi “*Sınıftaki deney ortamında hakimiyet, grupları kontrol etmek onlar mesela çok zordur bizim gibi kalabalık sınıflarda. O anlamda kendimi geliştirebildiğime inanıyorum bu planlarla. Hani manevra oluyor, çocukların bir iş birliğiyle çalışmasına imkân sağlıyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. 6. dersten sonra ise öğretim tekniklerinde yaşanan farklılaşmayı “*Tamamen çocukların hani düz bir sunuş yoluyla gözlerinin önünde gösteri deneyi yapmaktan ziyade önce tahminlerini almak ve kendilerinin de denemelerini sağlamak, sonra kendilerinin yaparak yaşayarak bunları tespit etmesi, öncesi ve sonrası fikirlerini kendilerinin sentezlemesi tamamen yeni yani onlar için.*” sözleriyle dile getirmiştir. 7. dersten sonra ise uygulanan programın sınıf ortamında farklı stratejiler kullanma imkânı sağladığını “*Zaten ben seviyorum çocuklarla iş birlikli çalışma ortamlarını ya da akran öğrenmesini. Bana kalsa bunları işte çalışabilecek bir ortam sağlıyor. En bariz diyebileceğim şey bu. Onun için çalışabilecek bir ortam ve içerik anlamında çalışılabilecek bir konu sağlıyor.*” sözleriyle ifade etmiştir. Derste yapılan deneyi ise yeni bir teknik olarak ileride de kullanabileceğini şu sözlerle belirtmiştir:

Buket Öğretmen: İçerik olarak zaten suda yüzen batan maddeler için muazzam bir deney. Yani benim normalde de yapmak isteyebileceğim mutlaka da hani göstermemiz gereken bir

deney olduğunu düşünüyorum. Hani o anlamda bana katkı sağladı çünkü direkt beni hedefe yönlendirdi. Yoksa biz genelde suda yüzen batan maddeleri bir leğenin içine işte bakın bu batıyor bu yüzüyor dediğimiz noktada bu daha keyifli bir deney. Hani bu anlamda bana katkısı oldu.

4.2.5.2.3. Öğrencileri tanıma/ potansiyellerini keşfetme

Sınıf öğretmeninin yeni tecrübeler edinmeye ilişkin değindiği bir diğer konu ise öğrencilerini daha yakından tanıma ve potansiyellerini keşfetme olmuştur. Örneğin ders sürecinde yapılan görüşmelerde grup çalışmalarının öğrencileri daha iyi tanımasını sağladığını *“Hani o reaksiyon durumlarında grup çalışmalarında nasıl bir yol izleyeceğim, işte ne yapmam gerekiyor kimleri bir araya getirmem gerekiyor, biraz daha fazla öğrencilerimi tanımamı sağladı.”* sözleriyle dile getirirken; tasarım sürecinde yaşadığı benzer deneyimi şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Katkısı şey oluyor grup iş birliği yaparken çocuklar ben onların grup içerisindeki davranışlarını gözlemleyebiliyorum. Grup içerisindeki bireyleri tanıyabiliyorum çünkü bunu gözlem yapabilmem için öyle bir ortama sokmam lazım bu anlamda bana faydası oldu yani. Çocukları gözlemleyip kimin kiminle rahat çalıştığını işte her farklı becerideki çocukları yan yana getirmeye çalışıyorum. Hani iyi resim çizen, iyi fikir üreten hani bunları gruplara eş dağıtmaya çalışıyorum. Hani iyi liderlik yapan onu o yüzden grup liderleri seçtim koydum onlar liderlik yapabilecek kapasitedeki çocuklardı çünkü. Şey yani onları daha iyi gözlemleyip iş birliğinde de nasıl çalıştıklarını gözlemlememe yaradı benim.

4.2.5.3. Algısal değişim

Uygulanan programla birlikte sınıf öğretmeninin bireysel ve mesleki katkıya ilişkin değindiği konulardan bir diğeri yaşadığı algısal değişim olmuştur. Bu konuda değindiği durumlardan ilki kendi potansiyelini görme ve çekimserlikten kurtulma iken; diğeri yeni yöntem ve stratejilere olumlu tutum geliştirmedir. Örneğin 3. dersten sonra yapılan görüşmelerde kullanılan yöntemlere derslerde daha çok yer vermek istediğini *“Yöntemler aşına olduğum ama her zaman kullanmadığım yöntemlerdi, daha çok yer verebilirmişim onu fark ettim.”* sözleriyle dile getirmiştir. 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise sınıf hakimiyetine daha fazla güvenerek yeni strateji ve yöntemlere daha fazla yer verebileceğini *“Çocukların mesela rehberlik yapmam gereken farklı durumları ortaya çıktı. Sınıf kontrolü zaten hakimiyetimin olduğu bir şey ama daha fazlasının da olabileceğinin farkına vardım. Dolayısıyla aslında bu tür şeylere daha çok yer verebilirmişim, bunu fark ettim, bununla ilgili bir gelişim oldu.”* sözleriyle dile

getirmiştir. 6. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise sınıfta deney kullanımına yönelik yaşadığı algısal değişimi şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Normalde beni şey çok ürkütür kalabalık grupla deneyle çalışmak. Çünkü bazen benim gözümü korkutuyorlar tek başına giremiyorum yani. Çok bir anda sınıf kargaşa oluyor, şey oluyor falan ben böyle bir kontrol edemediğim zaman onları strese giriyorum. Ama o gün güzel bir birbirlerini takip ettiler ve hepsi de gözlemledi. Sonra dönüp hemen ellerini üstüne sürüp kurutup dönüp yazılarını yazdılar, çıkarımlarını yazdılar. Hani bunu benim bir kere daha gözümü korkutmadan yapmam gerektiğini gösterdi. Yani gerçekten büyüdüklerini gördüm ben de. Ya bana biraz daha çocuklara güvenmem konusunda katkı sağladı.

Program sonunda ise MEB müfredatındaki eksiklikleri dile getirerek benzer programlara ihtiyaç duyulduğunu ve öğretmenlere bu yönlü bir eğitim verilmesi gerektiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Evet yok yani bunun gibi program geliştirilmesi lazım gerçekten uygulamaya dönük program olması lazım öğretmenin elinde. Çünkü öğretmen de ne yapacağını bilmiyor eğitim verilse öğretmen de yani en başta sınavları kaldırıp öğretmene de bu tarz eğitimleri verse eminim yapar yani herkes de. Ama işte bu ne yapıyor çocukların işte o bahsettiğimiz eleştirel düşünme, üst düzey düşünme işte bunların çıkmasını engelliyor. Çocuklar yani o yüzden ancak bu tarz bir işte dersle, projeyle bir şeyler kazanıyor ama ortaokula gittiğinde ne kadar sürdürebilecek? Çünkü orada daha katı bir şekilde daha sistematik sınavlar var. Yine döngünün içine girecek hani bu, bunun için çok büyük bir reform gerekiyor. Biz sınavla öğrenci alan bir ülke olduğumuz için hani ilkokuldan başlıyorlar böyle bir yarış atı gibi gidiyoruz.

4.3. Biyomimikriye Dayalı İlkokul Fen Öğretim Programının Uygulanabilirliği, Süreci Etkileyen Faktörler ve Önerilere İlişkin Bulgular

Uygulanan program süresince sınıf öğretmeninin uygulanabilirliğe ilişkin görüşleri alınmış, öğrenci ve öğretmen görüşlerine göre süreci etkileyen faktörler belirlenmiş ve uygulamanın iyileştirilmesi için öneriler geliştirilmiştir. Buna ilişkin bulgular Tablo 4.18’de yer almaktadır.

Tablo 4.18.

Programın Uygulanabilirliği, Süreci Etkileyen Faktörler ve Önerilere İlişkin Bulgular

Alt Tema	Kategori
Uygulanabilirliğe ilişkin öğretmen görüşleri	
Süreci etkileyen faktörler ve öneriler	- Sınıf mevcudu ve fiziki koşullar - Sınıf içi dinamikler ve arkadaşlık ilişkileri

[Tablo 4.18. (Devam) *Programın Uygulanabilirliği, Süreci Etkileyen Faktörler ve Önerilere İlişkin Bulgular*]

- Sınav takvimi ve okul işleyişi
- Öneriler

4.3.1. Uygulanabilirliğe ilişkin öğretmen görüşleri

Geliştirilen programın uygulanabilirliğine ilişkin sınıf öğretmeni, ders ve tasarım süreçlerinde uygulanan dersin içeriği, fen konuları ile olan bağlantısı, kullanılan yöntem, teknik ve materyaller, sınıfın yapısına ve düzeyine uygunluk, plan yönergelerinin açıklığı ve anlaşılabilirliği gibi konularda değerlendirmeler yaparak görüşlerini bildirmiştir. Örneğin 1. dersin ardından yapılan görüşmelerde ders içerisinde kullanılan örneklerin yeterliliği ve grup çalışmasının yürütülebilirliğine ilişkin düşüncelerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Süre bazında bakınca canlı örnekleri zaten yeterli geldi bana. Zaten ilginç, ilgi çekici kısımları da çok yoğun ve hani ben yaptıysam herkes yapar. Çünkü bizim sınıf dinamik bir sınıf, kalabalık bir sınıf ve o kadar kalabalıkta bile yorucu bir ses yoktu. Hani ben daha gürültülü beklemiştim. Daha az gürültü oldu ve dediğim gibi konu üzerine tartışmaları ve konuşmaları geçti grup oluştururken de gruplarda da. Bence her sınıf çok rahat uygulayabilir.

2. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise öğretmen, geliştirilen planın farklı yöntem ve materyallerle öğrencilerin ilgisini çeken bir plan olmasına karşın sınıf mevcudu, öğrencilerin söz alma isteği ve derste kullanılan canlı örneği sayısı gibi nedenlerle süre sıkıntısı hissettirdiğini ve daha küçük gruplarda daha rahat uygulanabileceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: ...Öğrencileri derse katan, farklı yöntemlerle, materyallerle öğrencilerin ilgisini çeken bir ders oldu. Ben sadece 8 tane canlı tanıtmıştık, ödev olarak sonrasında 6 tane vermiştik. Ders için süre yetiştirme açısından birazcık zorlandığımı söyleyebilirim. Şu, o da şu anlamda çocukların çok fazla konuşmak istediği bir konu yani çoğu söz hakkı almak istiyor ama ders süresini yetiştirme konusunda biraz sıkıntı yaşadım. Çünkü herkese aslında söz hakkı vermek isterim fakat şu var ilkokul çocuklarında; genellikle birbirini tekrar eden cevaplar veriyorlar. Yani birinin verdiği cevabı diğeri farklı bir cümleyle hemen hemen aynı şeyi söylüyor. Onu fark ettiğim an durduruyorum ve artık açıklamasını yapmak için toparlıyorum cümlelerini. ... O da bizim kalabalık sınıf ve heyecanlı öğrenci kitlesinden kaynaklanan bir şey. Hani 40 kişilik bir sınıf artı öğrenciler çok heyecanlı söz hakkı almak için o anlamda yoksa daha küçük gruplarda çok çok rahat bir şekilde daha rahat uygulanabilir.

3. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise plan yönergelerinin anlaşılabilirliğine vurgu yaparak farklı sınıflarda da uygulanabileceğini *“Gayet keyifli ve rahat bir şekilde uygulayabilir her sınıf öğretmeni. Çünkü yönergeler çok açık, dersin gidişatı planlaması çok düzgün ve akışında, rahatlıkla uygulanabilir.”* sözleriyle dile getirmiştir. Benzer şekilde 4. dersten sonra yapılan görüşmelerde de planların ve etkinliklerin niteliğine değinerek işleniş sürecinden zevk aldığını ve farklı sınıflarda da uygulanabileceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Planlar gerçekten sağlam. Planlar çok böyle net oturmuş kararında olunca hani uygulama kısmında ben de keyif aldım. Güzel etkinlikler olduğu için de mutluyum çünkü öğrenciye yararlı olmalı ve ben -miş gibi yapmaktan hoşlanmıyorum. Doyuma ulaşıyorum. Eminim mesela kitabı olarak bunlar girdiği zaman birçok öğretmen ve birçok öğrenci de en az bizim kadar haz alacaklar.

5. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise planın üniteye uygunluğuna ve sınıf içinde uygulanabilirliğine değinerek *“Çok rahat yani bu çok rahat bir şekilde uygulanır. Yani tam işte üniteye de tam oturan tam yedirilen bir plan olduğu için uygulanabilirliğinde sıfır hata. Yani herkes çok rahat uygulayabilir, çok açık ve netti çünkü.”* açıklamasını yapmıştır. Benzer şekilde 6. dersten sonra da planın işlenen konuya uygunluğu ve farklı sınıflarda uygulanabilirliğine ilişkin düşüncelerini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Uygulanabilirliği çok rahattı zaten yani hiçbir sıkıntısız, gayet güzel. Hani konuya içeriği de uygun bir şekilde uygulanabilir. Birçok meslektaşım da uygulamak isteyecektir zaten gördüğü takdirde. Şeyle, konuyla bağlantısı çok güzel zaten özellikle pusulalar, pusulaların çalışma prensibi gibi hani hep kuzeyi göstermesi.

7. dersten sonra yapılan görüşmelerde ise materyallerin ekonomikliğine ve grup çalışmasının uygulanabilirliğine vurgu yaparak planın farklı sınıflarda da uygulanabileceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Çok keyifli ve rahat bir şekilde uygulanır, hiçbir sıkıntı yaşanmaz. Zaten deneyler de çok keyifli ve maliyetsiz, çok ekonomik bir deney oldu. Fikir tartışmaların yapılacağı ortam da çok müsait ve rahattı. Zaten her zaman vurguluyorum yine söyleyeyim 40 kişilik grupta yani 40 kişilik sınıfta 8 grupta biz bunu yaptıysak hani bunu her sınıf uygulayabilir. Çünkü maksimum Eskişehir’de bildiğim en kalabalık okullardan biriyiz ama buna rağmen çocuklar mesela şey yapabildiler. Hiç olaydan kopmadılar.

Sınıf öğretmeni geliştirilen planların uygulanabilirliğinin yanı sıra tasarım sürecinin uygulanabilirliğine de değinmiştir; ancak beraberinde süreci etkileyen faktörler ve

önerilerine de yer verdiği için bu kısım “süreci etkileyen faktörler ve öneriler başlığı altında ele alınmaktadır.

4.3.2. Süreci etkileyen faktörler ve öneriler

Program sürecinde sınıf öğretmeni ve öğrencilerle yapılan görüşmeler doğrultusunda sınıf mevcudu ve fiziki koşullar, sınıf içi dinamikler ve arkadaşlık ilişkileri, sınav takvimi ve okul işleyişi gibi sürecin işleyişini etkileyen faktörler belirlenerek ne tür çözümlerin geliştirilebileceğine dair öneriler görüşülmüştür.

4.3.2.1. Sınıf mevcudu ve fiziki koşullar

Uygulanan programda süreci etkileyen faktörlerden ilki sınıf mevcudu ve fiziki koşullar olmuştur. 2. dersten sonra yapılan görüşmelerde öğrencilerin derse katılım isteğinin fazla olmasına karşın sınıf mevcudunun kalabalıklığına değinen sınıf öğretmeni herkese söz hakkı veremediğini dile getirmiştir. Benzer şekilde öğrencilerden Batuhan da 2. dersten sonra sınıf içindeki katılıma da değinerek bazen söz hakkı alamadığını *“O günden sonra böyle diğer biyomimikri dersinde o bilgileri falan soruyorsunuz, ben parmak kaldırıyorum ama bazen söz hakkı alamıyorum, çünkü herkes parmak kaldırıyor.”* sözleriyle ifade etmiştir. Yaşanan bu duruma ilişkin sınıf öğretmenin 2. ders planına yönelik önerisi kalabalık sınıflarda plan uygulanırken örnek sayısının azaltılması olmuştur. Buna yönelik düşüncelerini ise şu sözlerle aktarmıştır:

Buket Öğretmen: Biraz tanıtılan canlı sayısını azaltabiliriz diye düşünüyorum. Çünkü çocuklarda fazladan yani zaten hâkim olabilecekleri konunun ana temasını sağlayabilecek ve örneklem sayısının 6 ile en fazla yani 6’da sınırlı kalması bana birazcık daha mantıklı geldi. Tabii ki hani ekstrasının olmasının zararı var mıdır? Yoktur sadece çocuklar hani depolarken bu bilgileri azdan çoğa doğru, yani az bir kısım verip mesela kademeli olarak bir sonrakinde bir sonrakinde hani sadece orada bana 8 biraz sayı olarak fazla geldi.

2. plandaki örnek sayısının azaltılmasının yanı sıra kararlaştırılan durumlardan bir diğeri planlar uygulanmadan önce sınıf öğretmeni ile ders planlarının üzerinden geçilmesi ve verdiği önerilere göre düzenlenmesi olmuştur. Bu noktada yine öğrencilere farklı alanlardan biyomimikri örneklerinin sunulduğu 3. ders planı örnek sayısı bağlamında öğretmen tarafından uygun bulunduğu için değişiklik yapılmamıştır. Dersin sonunda ise öğretmen uygulama öncesi tekrarın kendisini ders içinde daha rahat hissettirdiğini *“Daha şey hissettim, kendimi rahat hissettim. Çünkü bilgileri kendim de özümsemeye başladım. Önceden çalıştığım için daha farkındaydım. Bir de git gide bu ders planlarını daha*

oturttuğumu düşünüyorum. O yüzden de keyif aldım ve daha rahattım o yüzden.” sözleriyle ifade etmiştir.

Öğrencilerin 2. dersten sonra sınıf mevcudu nedeniyle söz hakkı alamama sorununu yalnızca 5. ve 7. derslerde dile getirdikleri görülmüştür. 5. derste yapılan analogilerle öğretim stratejisinin ardından çizilen resimlerden bazıları, öğrenciler tarafından tahtada anlatılırken söz hakkı alamayan öğrencilerden bazıları çizimlerini anlatamadıkları için teneffüste ayrıca dinlenilmiştir. Buna yönelik ders sürecine yansıyan konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: O zaman şimdi çocuklar deneyimize yavaş yavaş geçelim.

Öğrenciler: Yaa

Hakan: Öğretmenim ben bunu çizmek için hiç durmadan uğraştım ya

İlkin: Eveet

Araştırmacı: Tamam ayrıca dinleyeceğim teneffüste sizi.

7. dersten sonra ise Özgür parmak kaldırdığında bazen söz hakkı alamadığı için yaşadığı durumu şu sözlerle ifade etmiştir:

Özgür: Parmak kaldırıyorum bazen. Benim de şansına şöyle bir şey oluyor tam parmak kaldırıyorum öğretmen, başka konuya geçiyor, başka bir şeye geçiyor. Orada çok güzel bir şey söyleyeceğim tam da böyle aklıma gelmiş onun inceliği. Ondan sonra öğretmen söylüyor böyle bazen öğretmen bana söz hakkı vermiyor. Ben orada şeyi çözmüşüm söyleyeceğim bana söz hakkı verse söyleyeceğim ama öğretmen bana söz hakkı vermiyor. Normalde de böyle içimde tutamıyorum onu resmen ama konu diğer şeye geçtiğinde aklımdan uçup gidiyor. Ben onu düşünmek istiyorum, bu da birazcık heyecan yapıyor böyle önceden düşünmek biraz böyle heyecan da yapıyor.

Tasarım sürecinin 2. haftasında yapılan görüşmelerde ise sınıf öğretmeni alan darlığı ve sınıf mevcudunun yarattığı dezavantaja şu sözlerle değinmiştir:

Buket Öğretmen: Sadece dar bir alandayız çoklu grup var. O beni sıkıntıya sokuyor hani böyle ferah rahat bir ortamımızın olmaması ama ben çocuklara zaten hiç rahatsız olmuyorum hani beni bunaltmıyorlar mesela şikayetlenmiyorlar. Hani şikayetlendiği noktalarda da ufak tefek müdahalelerde bulunuyorum ama çözümü biraz da onlara bırakıyorum.

Aynı görüşmede sınıf öğretmeni tasarım sürecindeki alan darlığı ve sınıf mevcuduna ilişkin kalabalık sınıflarda birkaç veliden yardım alınarak tasarım sürecinin daha rahat yürütülebileceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Tasarımlar için çocuklara her grubun başında aslında 1 tane yardımcı yetişkin olabilirmiş. Hani bununla ilgili tabii ki biz ikimiz vardık ama bu tarz benim gibi

kalabalık sınıflarda 2-3 velimi çağırabilirdim. Bunu ne anlamda söylüyorum aslında hani mesela yapıştırma kısmı oluyor ya da silikon kullanma kısmı ya da falçatayla kesme ile ilgili bir şey. Bu konuda ihtiyaç duyabiliyorlar yaş itibariyle. O anlamda onların başında durup her grubun fikrinin başında bir şey olsa o an, veli katılımı destek isteyip işte biz yedi gruptuk ikimizsek 5 veliyi çağırıp her grubun başına bir velimizi koyup o da dinleyecekti. Ne yapmak istiyorsunuz, tamam. Orada kılavuzluk ve rehberlikte bize danışacaklardı ama psikomotor olarak yapıştıramadı, edemedi, kutunun ölçüsü tutmadı işte ne bileyim işte bu mandalı buradan çeviremedim kısmında. Çünkü onlar bazı şeyleri beceremiyorlar yaş olarak bir de kullandıkları aletler de tehlikeli olabiliyor. Bir tek o onu yapabiliydik bu hafta o sonradan aklıma geldi. Ama tamamladılar pek bir şey kalmadı. Bu hafta sadece sınıf annesini çağırırsam yeterli olacak.

Öğretmen getirdiği öneride olduğu gibi 3. hafta sınıf annesini davet etmiş ve öğrenci tasarımları tamamlanmıştır. Süreç sonunda sınıf öğretmeni veli desteğine tekrar değinerek sürecin farklı ortamlarda da veli desteğiyle daha rahat yürütülebileceğini şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Hani keşke ben bu tarz tasarım derslerinin her zaman diyorum daha çok öğrenciyi aktif edecek, psikomotor becerilerini çalıştıracak aktivitelere daha çok yer verilmesinin hep taraftarıyım ama maalesef ne müfredat buna izin veriyordu bizde ne fiziki ortam izin veriyordu. Ama yani veli desteğiyle aşılabılır olduğunu gördüm. Çünkü orada 2’şer grupta ilgilendiğimizde bile o gün üstesinden gelebildik. Keşke daha önceden aklıma gelseydi önceki hafta yapsaydık. Bize bir hafta yeterdi. Böyle olursa her sınıf yapabilir yani eminim.

Program sürecinde fiziki koşullara ilişkin değinilen bir diğer nokta ise teknolojik donanım olmuştur. Sınıf öğretmeni 2. dersten sonra geçmişte sunuş yöntemini kullanmasına ilişkin akıllı tahtanın eksik olması gibi materyal eksikliklerine değinirken şu ifadeleri kullanmıştır:

Sınıf Öğretmeni: Hani zaten maalesef Türkiye'deki standartlardaki bir sınıf ortamında benimki gibi düşünülürse sunuş yöntemiyle ders işliyorum tamamen. Hani projeksiyonum bile kör topal çalışan bir haldeyken akıllı tahtam yokken daha ne yapılabilir? O yüzden bu dezavantajlara rağmen tamamen öğrencileri derse katan, farklı yöntemlerle, materyallerle öğrencilerin ilgisini çeken bir ders oldu.

Öğretmenin 2. derste dile getirdiği eksikliğe ilişkin somut durum 7. derste yaşanmıştır. Öğrencilerden bazıları projeksiyonla yansıtılan görüntüyü net göremediklerini dile getirdikleri için görsele, sırayla bilgisayardan bakmaları sağlanmış ve perdesi

bulunmayan pencere, sınıfta bulunan montlardan biriyle kapatılmıştır. Buna yönelik derste geçen konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Öğretmen: Şu an biliyorum çok göremiyorsunuz ama haftaya akıllı tahtamız olduğunda her şeyi çok net göreceksiniz. Görebildiğiniz kadarıyla bir perdem de eksik gerçi ama denizaltı modeli var. Ya parlıyor maalesef

Pars: Ben görmüyorum.

Öğretmen: O zaman şu sıra yakına gelsin gel. Şu taraf hiç görmüyor orası yine biraz görüyor da orası çok parlıyor. Şu tarafa gelin.

Semih: Ben göremiyorum

Öğretmen: Siz oturun. 2. grup gelsin. Bakın kabuğunun içinde boşluklar var o boşlukların içine hava doluyor anlatacağım birazdan. Siz oturun, 3. grup gelsin
(Araştırmacı camın önüne mont asıyor)

Öğretmen: Biraz daha iyi oldu hocam teşekkürler. Bakın gel şöyle. Evet öğretmeniniz biraz daha sizin için çözüm önerisi buldu. Biraz montla da kapatınca evet karartı oldu. Çocuklar zaten çok az kaldı haftaya itibarıyla bu eziyetten kurtuluyoruz. Çünkü akıllı tahtalarımız geliyor.

Öğrencilerden Elif 7. dersten sonra yapılan görüşmelerde akıllı tahtanın eksikliği nedeniyle derste yaşanan duruma ilişkin “*Akıllı tahta geldi dersler bitti. O akıllı tahta geldiğinde biyomimikri bari akıllı tahta geldiğinde başlasaydı. Çünkü tahta gözükmiyorsa şeyden zaten en arka sıradaki perde yok, yansıma geliyor ama derste hiçbir sorun yoktu, ben sevdim.*” açıklamasını yapmıştır.

4.3.2.2. Sınıf dinamikleri ve arkadaşlık ilişkileri

Uygulanan programda süreci etkileyen faktörlerden bir diğeri sınıf dinamikleri ve arkadaşlık ilişkileri olmuştur. Bu durumun daha çok tasarım haftalarında yapılan grup çalışmalarında kendini gösterdiği gözlemlenmiştir. Örneğin öğrencilerden Özgür gruplarındaki iki öğrencinin bir araya geldiklerinde konuşmaya başladığını dile getirerek grup bütünlüğü bozduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Özgür: Aslında biz 5 kişi yetiyorduk yani Akın başka bir gruba gidebilirdi. Akın gelince Pars’la çok fazla konuştular. Bir de Pars’ın yanı boştu yan yanlardı. Yani normalde bizim öğretmen normal derslerde hiç böyle kişileri yan yana oturtmuyor aslında. Hiç böyle bir şey yapmaz çünkü derste çok konuşurlar ama iyi anlaştıkları için bizim gruba koydu öyle olunca grubumuz biraz bozuldu. Bir de mesela teneffüste dışarı çıkıyorlar mesela biz falan yapıyoruz onlar dışarı çıkıyorlar futbol oynuyorlar. Onlar da gelse grubun verimi artacak. Biz böyle daha da parlayacağız resmen ama diğerleriyle iyiydi. Grup içinde yapmak zaten hep daha iyidir bir kişi eksik olunca kötü oluyor zaten diğerlerinden.

Benzer şekilde Afra da gruplarındaki iş bölümü sorununa değinerek “*Ama tek memnun olmadığım bir şey var. Mesela yani biz mesela bir şey yapıyoruz Duygu, Aslı, Seda, ben birlikte ama erkekler nedense oyun oynuyor teneffüste.*” açıklamasını yapmıştır. Öğrencilerin dile getirdikleri sorunlar üzerine araştırmacı ve sınıf öğretmeni gruplar arasında öğrenci değişimi yapmışlar ve grupla çalışma sürecine ilişkin öğrencilerle konuşarak yönlendirmelerde bulunmuşlardır. Buna yönelik yapılan görüşmelerde sınıf öğretmeni izlenen süreci şu sözlerle dile getirmiştir:

Buket Öğretmen: Evet evet onlar çok kızgın oluyordu mesela bana gelip şikâyet babında diyordu "şu çok fazla katılmadı" ona diyordum "bu da aslında bir öğrenme, ileride daha büyük gruplarla da çalışacaksınız, lider olarak sen mesela ilgisini çekecek şekilde ona da görevlendirme yapabilirsin ya da sen işte şunu birlikte yapalım, yapıştıralım diyebilirsin" falan diye hani biraz sakinledik ama ben tamamen rehber konumunda kalmak istiyordum orada. Kendi problemlerini iyi kötü çözüyorlar ya da çözemiyorlar ya da işte takımlarıyla ilgili bir problemse mutlaka zaten bir çözüm yolu için şey yapıyorum ama kişisel problemleri de oluyor yani bir taşı kaldırıncı altında aslında yelpazede başka şeyler çıkıyor.

Öğretmenin ifadesinde belirttiği gibi öğrencilerden Duygu, grubunda sevmediği kişiler olduğu için rahatsızlık duyduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

Duygu: Derslerde eğleniyorum ama şöyle bir şey var, mesela grup tasarımlarında bazı sevmediğim ya da çok iyi anlaşımadığım arkadaşlarım da var ve öyle olunca pek katılımım olmak istemiyor. Bugün öyle oldu biraz, öyle şeyler oldu. Bundan dolayı da yani pek öyle çok sevdiğim insanlar gelmedi.

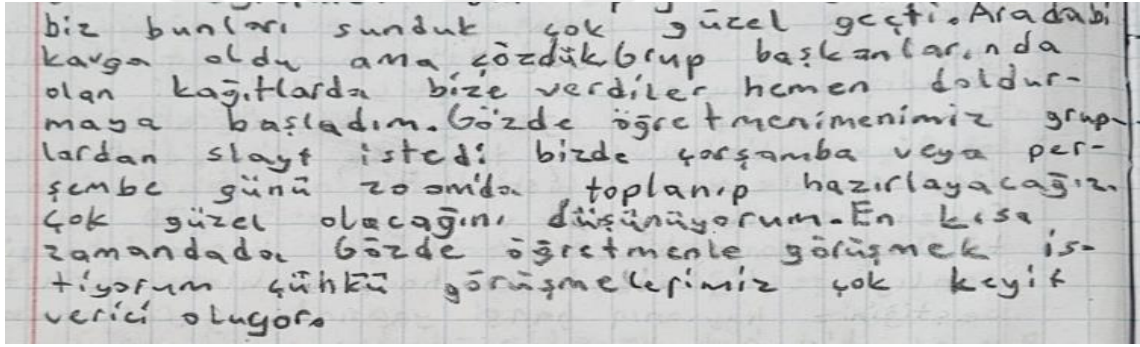
Sınıf öğretmeni de Duygu’nun yaşadığı rahatsızlığın asıl nedeninin sevdiği iki arkadaşı ile aynı grupta yer alamaması olduğunu ancak tasarımlara başlandığı için grup değişikliği yapamadığını şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Evet o vardı Cemre çıkmak istedi diğer gruba geçti ben de kabul ettim. O biraz ona kızgındı. Hani o Cemre’nin gitmesine gönül koymuş ama o sırada öyle bir karar verdim. Geri de dönemedik tasarımlara başladılar çünkü. Diğer gruplarda öyle ciddi bir durum yok ama Duygu da bir tek hani yalnız kaldığını düşündü. Çünkü diğer grupta Elif’le Cemre oldu. O en yakın arkadaşları, o tek kaldı onun asıl karın ağrısı o ben biliyorum farkındayım yani. Üçü çok yakın arkadaşlar, üç çok yakın arkadaş o tek dışta kaldı. Zaten üç iyi bir sayı değildir hiçbir zaman. O sırada mesela ben grup lideri olarak o ikisini ayırmak durumunda kaldım. Çünkü Duygu da ayrı bir grup lideri olacaktı. O yüzden de o biraz Cemre’nin orada kendi yanında kalmayıp da Elif’in yanına gitmesine canı sıkıldı yani. Aslında asıl sebep bu

Öğrencinin yaşadığı soruna ilişkin sınıf öğretmeni ve araştırmacı ilk olarak öğrenci ile bireysel şekilde görüşerek kendisinin bulunduğu grubun lideri olduğu için ve kendi tasarım fikrini ürüne dönüştürmeye başladıklarından değişiklik yapamadıklarını açıklamışlar ve sonrasında bulunduğu grup arkadaşları ile birlikte görüşülerek grupla çalışma sürecine ilişkin hatırlatmalarda bulunmuşlardır. Yapılan düzenleme ve görüşmelerden sonra tasarımların tamamlandığı hafta yapılan görüşmelerde öğrencilerin bu müdahalelerden memnun kaldıkları görülmüştür. Örneğin öğrencilerden Özgür sorunun çözüldüğünü “*Sorun yok çünkü çözdünüz artık anlaşıyoruz, onlar da bize katıldılar, o yüzden yok dedim çünkü derslerimi seviyorum.*” sözleriyle ifade etmiştir. Duygu ise yaşanan sorunun çözüldüğünü dile getirerek grupça sunum hazırlıklarına başlayacaklarını Görsel 4.57’de yer alan günlüğüne şu şekilde kaydetmiştir:

Görsel 4.57.

Sınıf Dinamikleri ve Arkadaşlık İlişkileri-Duygu’nun Günlüğü



4.3.2.3. Sınav takvimi ve okulun işleyişi

Uygulanan programda süreci etkileyen faktörlerden sonuncusu sınav takvimi ve okulun işleyişi olmuştur. Örneğin tasarımların tamamlandığı hafta yapılan görüşmelerde Semih, sunum hazırlama süreci okulun sınav haftalarına denk geldiği için slayt hazırlamakta zorlandıklarını dile getirmiştir. Bunun üzerine araştırmacı, sunumlarını geliştirdikleri ürün üzerinden slayt hazırlamadan da anlatabileceklerini ifade etmiştir. Görüşme sırasında yaşanan bu konuşmanın bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Semih: Öğretmenim bir şey söyleyeceğim, biz sunumları hazırlayamıyoruz çünkü sınav çalışmak zorunda kalıyoruz o yüzden bir gün belirleyemiyoruz. Aslında ben yapabilirim ama şimdi ben de birinden fikir alarak yapmak istiyorum. Tek başıma yaparsam diğerleri beğenmeyebilir

Araştırmacı: Anladım, sunum yapmanız anlatımda işinize yarar ama yapamazsanız tasarımınız üzerinden de anlatabilirsiniz

Duygu: Öğretmenim bizim de sınavımız var ama yani biz vakit bulabiliyoruz. Biz erken çalışıyoruz biraz

Semih: Yok öğretmenim ben çalışıyorum da şimdi bazı konuları anlayamıyordum o konuları daha çok üstlenince bazen vakit ayıramıyorum. Ama bugün veya yarın ya Hakan ya da Melike'yle konuşacağım ya şey Duygular gibi yapacağız ya da şu sosyalden sonraki yani sosyali de bitirince zaten bana göre önemli şeyler bitiyor sınavlar. O yüzden sosyalden sonra

Araştırmacı: Anladım Duygular gibi bir planlama yapıp hani çarşamba, perşembe günü, o gün konuştunuz herhalde kendi aranızda ayarlayabilerseniz hazırlarsınız. Hazırlayamazsanız tasarım üzerinden anlatabilirsiniz.

Sınıf öğretmeni de sınav haftasında araştırmacının verdiği desteğe değinerek okul ve veli beklentisinden bahsetmiş; bu süreçte normalden daha az yoğunlaşabildiğini dile getirmiştir. Öte yandan programın belirli bir bitiş tarihi olduğundan takvimde oynama yapılamadığı için araştırmadan bağımsız uygulandığında bir iki haftalık düzenlemelerle süreci daha iyi yönetebileceğini ifade etmiştir. Buna yönelik sınıf öğretmenin yapmış olduğu konuşmaların bir bölümü şu şekilde olmuştur:

Buket Öğretmen: Kesinlikle öyle yani onlara çok yardımcı oldun. O noktada benim tıkanma noktam oluyor. Hani sınav haftası başladı. Sınav haftası başlayınca zaten ailelerin kaygısı başlıyor diyor ki hani “çocuğum derslerine çalış, sınavından 100 almalısın.” Hani hem sınavını düşünüyorum hem çocuğun psikolojik durumunu düşünüyorum hem ailenin beklentisini düşünüyorum hem okulun beklentisini düşünüyorum. Bu da ne oluyor ister istemez hani bir şeye kanalize olamıyorsun tam olarak. Orada bir sıkıntı yaşıyorum ama proje olmasa bir ya da iki hafta öteleyebilirim normalde. Hani o şekilde öğretmen bağımsız ilerlediğinde ayarlar yani ve daha da verimli olur.

Program sürecinin düzenlenmesini gerektiren durumlardan bir diğeri de belirli gün ve haftalarda okulun işleyişi olmuştur. Örneğin Öğretmenler Günü provaları nedeniyle 5. dersin perşembe gününden cuma gününe alınmasına ilişkin sınıf öğretmenin derste öğrencilere yapmış olduğu açıklama şu şekilde olmuştur:

Buket Öğretmen: Evet çocuklar biyomimikri dersini dün yapamadığımız için bugüne aldık. Çünkü dün Öğretmenler Günü için biz dramaya indiğimiz için Gözde Öğretmeninize söyledim bugün yapacağız. Evet biyomimikri dersiniz biliyorsunuz normalde perşembe günleri. Efendim Eda?

Tasarım sürecinde ise Enerji Tasarrufu Haftasına yönelik öğretmenden pano hazırlanması istendiği için programın uygulanabilirliğinden ziyade görevlendirmelerin yarattığı dezavantajlara değinmiş ve tercihen tasarım sürecine daha fazla ağırlık vermek istediğini şu sözlerle ifade etmiştir:

Buket Öğretmen: Hani bu anlamda dediğim uygulanabilirlikten ziyade sınav haftasının, işte okulun işleyişinin bir getirisi veya götürüsü. Bak mesela bu hafta da bana yine bir görev verdiler, enerji tasarrufu haftasıymış. Bununla ilgili okulda video izletme, pano hazırlama yani bir de bununla uğraşıyorum bugün gittim süs falan aldım. İşte ıvır zıvır dediklerim bunlar yani ben bunlardan hoşlanmıyorum, ya sinir oluyorum. Onlar yerine bunu yapmayı daha çok isterim açıkçası ama yine de bu açtığımız kapı çocuklara bir dinlenme molası gibi çünkü yoksa moda mod ders. Ama dersi de tabii ki tasarımıyla bütünleştirdikleri için çocuklar değişik bir deneyim kazanıyorlar.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde ulaşılan bulgular doğrultusunda elde edilen sonuçlar, araştırma soruları çerçevesinde tartışılarak geleceğe yönelik araştırma ve uygulama önerilerine yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

İlkokul öğrencilerine yönelik yaratıcılığı temel alarak biyomimikriye dayalı bir fen öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve geliştirilmesinin amaçlandığı bu çalışmada ilk olarak çalışma ekibi üyeleri ile birlikte taslak bir öğretim programı tasarlanmış; ardından bu program ilkokul düzeyinde bir 4. sınıf şubesine uygulanmış, bu süreçte toplanan veriler makro düzeyde analiz edilerek uzman görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapılmış ve süreç sonunda elde edilen veriler kavramsal çerçeve ile birlikte yorumlanarak tasarıma son hali verilmiştir.

Programın uygulama öncesi hazırlık aşamasında araştırmacının da içinde bulunduğu 7 kişilik bir çalışma ekibi, toplamda 10 hafta süren hazırlık toplantıları ile birlikte biyomimikriyi ilkokul 4. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'na entegre etmişlerdir (MEB, 2018). Bu süreçte ekip üyeleri, ilgili hafta için hazırladıkları ders planlarını ve biyomimikri etkinliklerini toplantılarda sunmuş; sunulan plan ve etkinlikler ekip üyelerinin uzmanlık alanları ve sınıf öğretmenlerinin deneyimleri doğrultusunda değerlendirilmiş, getirilen öneriler ve görüşler doğrultusunda düzenlemeler yapılarak taslak programa uygulama öncesi son hali verilmiştir. Toplantılarda görüşülen konulara göre programın geliştirilmesi için dikkate alınan unsurlar; *fen öğretim programına uygunluk, bilgi ve beceri gelişimi, yaş düzeyine uygunluk, bilimsellik, zaman ve maliyet, olası sınırlılıklar, öneriler ve uygulayıcı öğretmen görüşleri* olmuştur.

Programın uygulama ve geliştirme aşamasında; hazırlanan taslak program 2022-2023 Eğitim-Öğretim Yılı'nın Güz Döneminde ilkokul düzeyindeki bir 4. sınıf şubesine çalışma

ekibinde yer alan bir sınıf öğretmeni tarafından uygulanmış; ardından katılımcılar açısından öğretim sürecine yansımaları değerlendirilmiştir. Buna göre uygulanan programın öğretim sürecine yansımaları; *i.* bilgi ve beceri gelişimi, *ii.* duyuşsal deneyimler, *iii.* tutum, motivasyon, davranış, *iv.* öğretimi farklılaştırma ve *v.* öğretmene katkı temaları altında toplanmıştır. Son olarak programın uygulanabilirliği ve uygulanma sürecini etkileyebilecek faktörler; *i.* uygulanabilirliğe ilişkin öğretmen görüşleri, *ii.* süreci etkileyen faktörler ve öneriler olmak üzere iki tema altında toplanarak uygulamaya dönük öneriler geliştirilmiştir. Bu noktadan hareketle çalışmadan elde edilen sonuçlar literatürde yer alan diğer çalışmalarla birlikte araştırma soruları çerçevesinde tartışılmıştır.

5.1.1. İlkokul fen bilimleri öğretim programına biyomimikrinin bir yaratıcılık yaklaşımı olarak entegrasyonuna ilişkin bulguların tartışılması

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının tasarlanması sürecinde ekip üyeleri tarafından dikkate alınan unsurlardan ilki *fen öğretim programına uygunluk* olmuştur. Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi'nin ortaya koyduğu Yeni Nesil Bilim Standartlarına göre biyomimikri, ilkokul 1. sınıf düzeyinden itibaren hem yaşam bilimi içerik alanına dahil edilen temel bir kavram olarak hem de mühendislik-fen arası kesişen bir kavram olarak öğretim programlarında yer alması önerilen bilimsel bir yaklaşımdır (NRC, 2012; NGSS, 2013a, 2013b). 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programında da biyomimikrinin doğrudan bir kazanım olarak programda yer alması bile insan ve doğa arasındaki ilişkilerin keşfedilmesi, gerçek yaşam problemlerine yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlerin üretilmesi, mühendislik ve tasarım becerilerinin öğretime dahil edilmesi gibi hedeflerle öğrencilere kazandırılması hedeflenen becerilerin içinde yer aldığı bir yaklaşım olduğu görülmektedir (MEB, 2018). 2024 Yılı Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde ise biyomimikrinin analogik düşünme becerileri ile birlikte; tasarım fikri üretirken problem ve çözüm arasında benzeşim kurma, doğa ve canlıları tasarım ile ilişkilendirme, tasarımı ürüne dönüştürürken doğadaki öğretilerden esinlenme ve buna yönelik iki veya üç boyutlu ürünler geliştirme gibi yaratıcılığın ürün boyutunu işaret eden bütünleştirilmiş Tasarım Alan Becerileri olarak ele alındığı gözlenmektedir (MEB, 2024). Dolayısıyla çağdaş yaratıcılık modellerinin de vurgulamış olduğu yaratıcılığın “alana özgü yapısı” ve “ürün boyutu” güncel fen programlarında geçmişte olduğundan çok daha fazla ön plana çıkmaktadır. Ancak biyomimikrinin fen bilimleri ile olan ilişkisi literatürde sıklıkla vurgulansa da özellikle küçük yaş gruplarında biyomimikrinin fen üniteleri ve

konularıyla ilişkilendirildiği az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Tank vd, 2015; Walker vd., 2016). Bu çalışmaların ise program geliştirmeden ziyade etkinlik geliştirme düzeyinde kaldığı ve öğretmenlerin sınıf içi etkinlik raporlarına veya bireysel çalışmalarına dayandığı göze çarpmaktadır. Bu noktadan hareketle yapılan çalışmada biyomimikri, araştırmanın uygulama öncesi hazırlık aşamasında çalışma ekibi üyeleri tarafından 4. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'na entegre edilerek literatürde yer alan bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır (MEB, 2018). Bunun için ilk olarak programda yer alan *üniteler ile biyomimikri adımları ilişkilendirilmiş* ardından geliştirilen öğretim etkinlikleri *müfredat ve kazanıma uygunluk* yönünden süreç boyunca ekip üyeleri tarafından değerlendirilmiştir. Kazanımın üzerinde beceriler içeren öğretim etkinlikleri ise programın uygulanacağı okulda görev yapan uygulayıcı öğretmen ve sınıf öğretmenin görüşleri alınarak plana dahil edilmiş veya uygulanmasından vazgeçilmiştir. Dolayısıyla yürütülen çalışma, güncel fen programlarının doğa ve tasarım odaklı yaratıcılık anlayışını ve Yeni Nesil Bilim Standartlarını göz önünde bulundurarak biyomimikrinin ilkökul 4. Sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'na entegre edildiği özgün bir yapı sergilemektedir (MEB, 2018; 2024; NGSS, 2013a; 2013b).

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken dikkate alınan bir diğer unsur *bilgi ve beceri edinimi* olmuştur. Programın temelini oluşturan Biyomimikri Öğretim Modeline göre öğrencilerin fen bilimleri alanında biyomimikriye dayalı yaratıcı bir ürün ya da performans ortaya koyabilmeleri için öncelikle alana özgü bilgi ve teknik becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Amabile, 1983a; 1983b). Çünkü bireylerin, belli bir alanda çağrışım kurabileceği bilgi zenginliğine ve bu bilgileri kullanabileceği teknik becerilere sahip olmaması yaratıcı ürün ya da performans sergilemesine engel olmaktadır (Csikszentmihalyi, 1996; Mednick, 1962). Bu noktadan hareketle uygulama öncesi hazırlık aşamasında çalışma ekibi üyeleri öğrencilerde biyomimikri ve fen bilimlerine ilişkin alana özgü bilgi ve tasarım sürecine ilişkin teknik becerileri geliştirmek üzere ders planlarında *alan bilgisi ve farkındalık, bilimsel süreç becerileri, değerlendirici düşünme becerileri, grupta çalışma, iş birliği ve iletişim becerileri ve ince kas/ motor becerilerinin* gelişimine özen göstermişlerdir. Örneğin öğrencilerde alan bilgisi ve farkındalığının geliştirilebilmesi amacıyla *farklı canlılar ve özelliklerini öğrenme, biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma, fen konularını öğrenme, çevre ve doğa farkındalığı kazanma ve doğaya ilgi/ merak uyandırma* hususlarına dikkat edilmiştir. Öğrencilerin doğayı bilimsel bir şekilde gözlemleyebilmeleri, çıkarım yapabilmeleri ve öğrendikleri

bilgileri tasarım çözümünde kullanabilmeleri amacıyla ise bilimsel süreç becerilerini kullanabilecekleri *deney ve gözlemlerden yararlanmaya* özen gösterilmiştir (Walker vd., 2016). Program sonunda grup tasarımlarını ortaya koyabilmeleri için ise *grupla çalışma, iş birliği ve iletişim becerilerini* kullanabilecekleri etkinliklere yer verilmiştir. Bu becerilerin her biri biyomimikrinin öğretiminde önemli görülen beceriler olmakla birlikte (Cattano vd., 2011; Mirici vd., 2021; Sumrall vd., 2018) güncel fen programlarında da geliştirilmesi hedeflenen beceriler olarak nitelendirilmektedir (MEB, 2018; 2024; NGSS, 2013a; 2013b). Biyomimikriye dayalı yürütülen diğer çalışmalar incelendiğinde genellikle yapı-fonksiyon ilişkisi kurma ve biyomimikri kavramını tanıtmaya yönelik daha temel bilgi ve becerilerin sunulduğu öğretimsel bir sürecin izlendiği görülse de (Boğa, 2013; Çoban, 2019; Yakışan ve Velioğlu, 2019) daha uzun süreli çalışmalarda değerlendirici düşünme, grupla çalışma, iş birliği, iletişim, bilimsel süreç becerileri gibi diğer becerilerin de öğretim sürecine dahil edildiği gözlenmektedir (Cattano vd., 2011; Gencer vd., 2020, Mirici vd., 2021). Bu noktadan hareketle yürütülen çalışmanın literatürde var olan diğer araştırmalarla benzerlik gösterdiği ve biyomimikrinin öğretiminde önemli görülen alana özgü bilgi ve teknik becerileri kapsayıcı bir nitelik sergilediği düşünülmektedir.

Biyomimikri Öğretim Modeline göre öğrencilerin fen bilimleri alanında biyomimikriye dayalı ürün ya da performans sergileyebilmeleri için sahip olmaları gereken bileşenlerden bir diğeri yaratıcılık ile ilişkili becerilerdir. Bu beceriler sahip olunan bilişsel özellikler ve kişilik özelliklerinin bir getirisi olabilmekle birlikte öğretim, pratik ve deneyimle de kazandırılabilir (Amabile, 1983a; 1983b). Dolayısıyla çalışma ekibi üyelerinin *bilgi ve beceri edinimine* yönelik odaklandıkları noktalardan biri de *yaratıcı düşünme becerilerinin* gelişimi olmuştur. Yaratıcı düşünme becerilerine ilişkin ekip üyeleri öncelikle geliştirdikleri ders planlarında *beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi ve sinektik tekniklerinden* yararlanarak öğrencilerin yaratıcı fikir üretme deneyimi kazanmalarını hedeflemişlerdir. Öte yandan bu süreçte *yaratıcılığın teşvik edilmesi ve yönlendirme ve sınırlandırmadan kaçınılması* için sınıf ortamında izlenecek süreç hakkında fikir yürütmüşlerdir. Son olarak öğrencilerin ders sürecinde edindikleri yaratıcılıkla ilişkili becerileri tasarım sürecinde kullanabilecekleri etkinlikler geliştirmişlerdir. Literatürde yer alan diğer çalışmalar incelendiğinde biyomimikrinin fikir veya tasarım üretme sürecinde bir yaratıcılık yaklaşımı olarak değerlendirildiği görülmektedir (Boğa, 2013; Çoban ve Coştu, 2021; Gencer vd., 2020; Sumrall vd., 2018;

Mirici vd., 2021). Ancak bu çalışmaların birçoğunda öğrencilerin yaratıcı düşünme deneyimi edinmelerine yönelik tasarlanan planlı bir süreç bulunmamaktadır. Oysa ki bireylerin belirli bir alanda yaratıcı fikir ya da ürün üretebilmeleri için yaratıcılıkla ilişkili becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Amabile, 1983b). Bu durum özellikle yaratıcılığın süreç boyutunda ön plana çıkmaktadır (Rhodes, 1961). Çünkü yapılan çalışmalar beyin fırtınası, analogik düşünme, sinektik gibi tekniklerin öğrencilerde çağrışımsal düşünmeyi ve üst bilişi destekleyerek bilişsel transferi kolaylaştırdığını ve problem çözme sürecine katkı sağladığını ortaya koymaktadır (Colletti vd., 2023; Suratno vd., 2019; Tsai vd., 2020). Nitekim Bakırlıoğlu (2012), Boğa (2013), Stevens vd. (2021) gibi isimlerin yapmış oldukları çalışmalarda da öğrencilerin analogi kurma konusundaki bilgi ve deneyim yetersizlikleri tasarım üretme konusunda zorluk yaşamalarına neden olabilmektedir. Ancak Zhu ve Klapwijk (2022)'in çalışmalarında derste kullanılan analogiler, uzamsal düşünmeyi destekleyerek öğrencilerin ilham aldıkları canlılar ile ürettikleri tasarımlar arasında bağ kurmalarını kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla yapılan çalışma, hazırlanan ders planlarına ve tasarım sürecine yaratıcı düşünme becerilerinin istendik bir şekilde dâhil edilmesi yönüyle diğer araştırmalardan farklılık göstermektedir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken dikkate alınan unsurlardan bir diğeri *yaş düzeyine uygunluk* olmuştur. Biyomimikrinin küçük yaş gruplarınca anlaşılabilmesi için basit bir dil kullanımı, canlıların dışsal yapılarına odaklanılması, biyomimikrinin ilgi ve merak uyandırıcı örneklerle sunulması gibi faktörlere dikkat edilmesi önerilmektedir (Biomimicry Institute, 2017). Biyomimikri Öğretim Modelinde de bu nokta motivasyon bileşeni ile açıklanmaktadır. Amabile (1983a)'a göre bireylerin belli bir alanda yaratıcılık sergileyebilmesi için o alana yönelik ilgi, merak ve motivasyona sahip olması ve bunu devam ettirecek düzeyde zorlanması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle ilkökul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken ekip üyeleri, hazırlanan ders planlarında *uygun dil ve örnek kullanımına, etkinlik ve materyallerin düzeye uygunluğuna, ilgi, merak uyandırma ve motivasyon* unsurlarına özen göstermişlerdir. Örneğin biyomimikrinin tanıtımında ağırlıklı olarak biçimsel düzeyde biyomimikri örnekleri kullanılırken; etkinlik ve materyallerin tasarlanmasında öğrencilerin el becerileri, kavrama düzeyleri, etkinlik ve materyallerin ilgi çekiciliği, öğrencilerin aktif katılımının sağlanması gibi unsurlara dikkat edilmiştir. Hazırlık toplantılarında dikkat edilen bu noktalar literatürdeki diğer çalışmalar ile de benzerlik göstermektedir (Biomimicry Institute, 2017; NGSS, 2013b;

Tank vd., 2015; Sumrall vd., 2018; Walker vd., 2016; Yakışan ve Velioğlu, 2019). Örneğin 5. sınıf düzeyindeki öğrencilerle çalışan Çoban ve Coştu, (2021), canlıların yalnızca dışsal yapılarına odaklanarak yapı-fonksiyon ilişkisi kurdurmaya özen gösterirken; 1. sınıf öğrencileriyle çalışan Sumrall vd. (2018) ise ilgi çekici biyomimikri örnekleri ve hikâyeleriyle biyomimikri kavramını tanıtmaya dikkat etmişlerdir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken dikkate alınan unsurlardan bir diğeri *bilimsellik* olmuştur. Bu noktada çalışma ekibi üyeleri, ders planları hazırlanırken öğrencilerde *kavram yanlışsından/ karmaşasından kaçınma, bilimsel terminolojiye uygunluk ve bilimsel doğruluk/ gerçeklik* unsurlarına dikkat etmişlerdir. Çünkü NRC (2012)'ye göre erken yaşlarda sahip olunan kavram yanlışları veya karmaşaları ilerleyen yaşlarda konuların anlaşılmasını daha da zorlaştırarak daha derin yanlış öğrenmelere neden olabilmektedir. Bu nedenle öğretimin her kademesinde kavram yanlışlarının ve karmaşalarının önüne geçilebilmesi için uygun bir terminolojinin kullanılması önerilmektedir. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalarda biyomimikrinin özellikle biyomorfizm ve biyokullanımla da karıştırılabildiği görülmektedir (Boğa, 2013; Biomimicry Institute, 2017; Çoban, 2019). Bu nedenle yapılan çalışmada ekip üyeleri program için öğretim etkinliklerini geliştirirken bu etkinliklerin ve içeriğin bilimsel açıdan uygunluğuna süreç boyunca dikkat etmişlerdir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken göz önünde bulundurulacak bir diğer unsur *zaman ve maliyet* olmuştur. Çünkü yapılan çalışmalar, öğrencilerin zaman ve kaynak yetersizliği gibi nedenlerle ilham alacakları canlıya karar verme, gözlem yapma, bilgi edinme ve doğadaki stratejileri tasarıma dönüştürme gibi konularda zorlanabildiklerini ortaya koymaktadır (Amer, 2019; Aydın ve Kaptan, 2023; Bakırlıoğlu, 2012). Öğretmenler ise tasarım temelli faaliyetleri zaman alıcı ve maliyetli bulmaları nedeniyle sınıflarında uygulama konusunda çekimser kalabilmektedir (Hacıoğlu vd., 2016). Yaratıcılık sürecinde karşılaşılan bu tür dışsal kısıtlayıcılar öğrencilerde içsel motivasyonun düşmesine ve yaratıcılığın engellenmesine neden olabilmektedir (Amabile, 1983a; 1983b; Sternberg ve Lubart, 1991). Bu nedenle uygulama öncesi hazırlık aşamasında ekip üyeleri, zaman konusunda *ders süreleri ve uygulama takvimini* planlamışlar; maliyet konusunda ise kullanılacak materyallerin *ekonomikliğine* dikkat etmişlerdir. Örneğin ders süreleri ve uygulama takviminin planlanması konusunda ekip üyeleri öncelikle MEB (2018) Fen Bilimleri Öğretim Programını temel almışlar; ardından

uygulayıcı öğretmen görüşleri ve önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapmışlardır. Uygulama ve geliştirme aşamasında ise hazırlanan program, çalışma ekibi toplantılarında planlanan tarihlerden bir hafta öncesi itibariyle uygulanmaya başlanmıştır. Yapılan birçok çalışmada öğrencilere uygulanan öğretimsel faaliyetlerin birkaç gün ya da birkaç haftaya dayanan etkinlik temelli faaliyetler olduğu ve yalnızca öğrenci ürünleri ve görüşlerinin incelendiği göze çarpmaktadır (Canbazoglu-Bilici vd., 2021; Cattano vd., 2011; Çoban ve Coştu, 2021; Gencer vd., 2020; Tank vd., 2015; Walker vd., 2016). Dolayısıyla yapılan çalışma gerek bir eğitim-öğretim yılının yarım dönemini kapsaması gerekse de öğretim süreci boyunca öğrenci geri bildirimlerinin yanı sıra öğretmen geri bildirimlerinin de alınması yönüyle diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken göz önünde bulundurulacak unsurlardan bir diğeri *olası sınırlılıklar* olmuştur. Tasarım tabanlı araştırmalarda ekip üyeleri prototipi tasarlarırken sahada karşılaşılabilecek zorluklar, sınırlılıklar, avantajlar ve dezavantajlar gibi faktörleri göz önünde bulundurarak alan uygulayıcılarının görüşleri doğrultusunda esnek ve revize edilebilir bir taslak program oluşturmaktadırlar (Ay, 2022). Yaratıcılık sürecinde ise bireylerin yaratıcı bir ürün ya da performans sergileyebilmeleri için kişiyi ve süreci destekleyen öğrenme ortamlarının varlığı vurgulanmaktadır (Rhodes, 1961) Bu nedenle sınıflarda iletişim, iş birliği, grup çalışması, zaman baskısı gibi yaratıcı süreci etkileyebilecek dışsal etmenlerin yaratıcılığı teşvik edecek şekilde düzenlenmesi önerilmektedir (Amabile ve Gryskiewicz, 1989; Kaufman vd., 2016). Bu noktada ekip üyeleri, programın uygulanacağı okulda görev yapan uygulayıcı öğretmen ve sınıf öğretmeninin de görüşlerini alarak öğretim etkinliklerini *fiziksel ve mevsimsel koşullara, sınav haftalarına ve etik unsurlara* dikkat ederek hazırlamışlardır. Örneğin fiziksel ve mevsimsel koşullara ilişkin sınıf mevcudu ve etkinlik alanının uygunluğu grupla çalışma tekniklerinin sınıf ortamında uygulanabilirliğini etkileyebilecek faktörlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle uygulama okulunda görev yapan öğretmenlerin görüşleri alınarak bu etkinlikler, sınıf koşullarına uygun şekilde revize edilerek planlara dahil edilmiştir. Benzer şekilde bazı ders planlarında kullanılacak materyallerin temin edilebilirliği ve planların mevsimsel koşullara uygunluğu da uygulanabilirliği zorlaştırabilecek faktörler olarak değerlendirilmiştir. Bu noktada da ekip üyeleri ders planlarını konuya ve ilgili biyomimikri adımına uygun şekilde revize etmişler veya yeni ders planları geliştirmişlerdir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken dikkate alınan unsurlardan bir diğeri ekip üyelerinden gelen *öneriler* olmuştur. Biyomimikrinin farklı disiplin ve çalışma alanlarının etkileşimine dayanan disiplinler arası yapısı farklı alan uzmanlarının bir arada çalışmasını gerektirmektedir (Baumeister vd., 2013; NGSS, 2013a; 2013b). Öte yandan güncel fen programlarında farklılaştırılmış bir öğretim için sunulan içeriklerin disiplinler arasında bağlantılar kurularak zenginleştirilmesi ve kullanılan yöntem, teknik ve materyallerin öğrencilerin ilgi, yetenek ve öğrenme profillerine göre çeşitlendirilmesi önerilmektedir (MEB, 2024). Bu doğrultuda oluşturulan çalışma ekibinde kimya, biyoloji, fen bilimleri, temel eğitim ve üstün zekâlılar eğitimi alanlarında uzman olan araştırmacılar ve sınıf öğretmenleri yer almıştır. Belirlenen ekip üyeleri programın hazırlık süreci boyunca *destekleyici kaynak ve materyal, ekiple çalışma süreci, planların düzenlenmesi* ve programa uygun *materyal hazırlanması/geliştirilmesi* önerilerinde bulunmuşlardır. Örneğin destekleyici kaynak ve materyal kullanımına yönelik ekip üyeleri, öğretim sürecini destekleyebilecek bilimsel çizgi film, kitap, dergi ve web sitesi gibi kaynak ve materyal önerileri sunarak planlar geliştirirken bu kaynak ve materyallerden de yararlanmışlardır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda da benzer bir yol izlendiği görülmektedir (Bakırlıoğlu, 2012; Boğa, 2013; Canbazoglu-Bilici vd., 2021; Çoban, 2019; Sumrall vd., 2018). Ancak ekip üyeleri var olan kaynak ve materyallerin yanı sıra programa özgü materyal hazırlanması ve geliştirilmesi yönünde de görüş bildirmişler ve bu materyallerin hazırlanmasına katkı sağlamışlardır. Çünkü literatür incelendiğinde özellikle ilkökul düzeyinde yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olması ve öğrencilerin yararlanabileceği kaynak ve materyallerin genellikle yabancı dilde olması (Biomimicry Institute, 2010; Biomimicry Institute, 2017; Çoban, 2019) biyomimikriye dair öğrencilere sunulabilecek Türkçe kaynak ve materyallere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu nedenle literatürdeki farklı araştırmalarda da olduğu gibi çalışmanın doğasına uygun şekilde sınıf ortamında uygulanmak üzere *canlı kartları, biyomimikri kartları, deney föyü, çalışma kâğıdı, video ve animasyon* gibi programa özgü materyaller geliştirilmiştir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programı tasarlanırken dikkate alınan bir diğeri unsur *uygulayıcı öğretmen görüşleri* olmuştur. 2006 yılından itibaren biyomimikri, birçok üniversite programına dâhil edilmeye başlansa da eğitimin diğeri kademelerine olan entegrasyonu sınırlı düzeyde kalmıştır (Baumeister, 2013; Çoban, 2019). Çünkü biyomimikrinin de içinde bulunduğu tasarım temelli faaliyetler her ne kadar öğrencilerde

kalıcı öğrenmeyi sağlayan, geleceğin bilimsel ve teknolojik açıdan gelişmiş dünyasına onları hazırlayan bir yaklaşıma dayansa da öğretmenler tarafından zaman alıcı ve maliyetli bulunması, sınıf yönetimi için ekstra çabaya ihtiyaç duyulması, belirli bir bilgi birikimi ve beceri gerektirmesi gibi nedenlerle ilkokul düzeyinde uygulanabilirliği sınırlı kalmaktadır (Asal, 2020; English ve King, 2015; Hacıoğlu vd., 2016). Öte yandan mühendislik ve tasarım temelli faaliyetlerin, öğretim programlarında birer hedef olarak yer alsa da kazanım olarak yer almaması öğretmenlerde kafa karışıklığına neden olarak uygulamaya dönük faaliyetlere çekimser kalmalarına yol açabilmektedir (Köken, 2020). Bu nedenle tasarım tabanlı araştırmalar, teori ve uygulama arasındaki uyumsuzlukların giderilebilmesi için katılımcılarla iş birliği halinde öğretim faaliyetlerinin tasarlanmasını hedefleyen bir yaklaşımı benimsemektedir (Cobb vd., 2003). Yapılan çalışmada da uygulama öncesi hazırlık aşamasında programın uygulanacağı okuldan gelen öğretmenlerin hazırlanan ders planlarına ve tasarım sürecine yönelik görüşleri alınarak içerik, süreç ve materyaller belirlenmiştir. Süreç sonunda ise öğretmenlerin hazırlık aşamasına ve hazırlanan taslak programa yönelik görüşleri *öğretmen memnuniyeti* ve *uygulanabilirlik* başlıkları altında değerlendirilmiştir. Hazırlık aşamasına ilişkin öğretmenler kendilerinde oluşan memnuniyetin nedenlerini programın danışılarak hazırlanması, kendilerine üstenci bakılmaması ve anlaşılma/empati ile yaklaşılması olarak sıralamışlardır. Bunun karşılığında ise önyargılarının kırıldığını ve daha özverili yaklaşma ihtiyacı hissettiklerini dile getirmişlerdir. Nitekim uygulama öncesi hazırlık aşamasının başında da öğretmenler geçmiş deneyimlerine dayalı olarak çalışmayı kabul etmekte tereddüt ettiklerini ancak sürecin kendi görüşleri de alınarak ilerleyeceği bilgisini aldıkları için kabul ettiklerini belirtmişlerdir. Dolayısıyla süreç başında ve sonunda öğretmen görüşlerinin tutarlılık göstermesi tasarım tabanlı araştırmalarda önerildiği gibi çalışma ekibinin sahadaki paydaşlarla iş birliği içinde çalışması gerekliliğini (Cobb vd., 2003) bir kez daha ortaya koymaktadır. Öte yandan *uygulanabilirlik* noktasında ise öğretmenler, ders süresinin uygunluğu, etkinlik ve materyallerin uygulanabilirliği, yaş düzeyine uygunluk, konu-kazanım eşleşmeleri ve planlarda yönergelerin açıklığı gibi konularda görüşlerini bildirerek taslak programa son halinin verilmesine yardımcı olmuşlardır. Sonuç olarak ilkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen bir fen öğretim programı tasarlanırken uygulayıcılarla iş birliği halinde çalışan alan uzmanlarının temel olarak dikkat ettiği noktalar; bilgi ve beceri gelişimi, yaş düzeyine uygunluk, bilimsellik, zaman ve maliyet, olası sınırlılıklar, öneriler ve

uygulayıcı öğretmen görüşleri olmuştur. Bunun sonucunda ise 12 haftalık bir öğretim programı ortaya koymuşlardır.

5.1.2. Biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecine ilişkin bulguların tartışılması

Biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde elde edilen bulgulardan ilki öğrencilerde *bilgi ve beceri gelişimi* olmuştur. Süreç boyunca yapılan gözlemler, görüşmeler, öğrenci ürünleri, öğrenci günlükleri gibi veri toplama araçları ile toplanan veriler, uygulanan programın öğrencilerde alan bilgisi ve farkındalık, bilimsel süreç becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, grup çalışması ve sosyal beceriler, anlama ve öğrenme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını göstermektedir. Buna yönelik elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer araştırmalarla da benzerlik sergilemektedir (Alawad, Mahgoub, 2014; Aydın ve Kaptan, 2023; Canbazoglu-Bilici vd., 2021; Çoban ve Coştı, 2021; Sumrall vd., 2018; Tank vd., 2015; Walker vd., 2016; Zhu ve Klapwijk, 2022).

Bilgi ve beceri gelişimine ilişkin elde edilen sonuçlardan ilki öğrencilerin *alan bilgisi ve farkındalıklarının* gelişimi olmuştur. Program sayesinde öğrenciler, yeni canlılar ve özelliklerini öğrenme, yapı-fonksiyon ilişkisi kurma, biyomimikriyi ve doğanın prensiplerini tanıma, fen konularını öğrenme, çevre ve doğa farkındalığı kazanma gibi alana özgü bilgi ve becerileri edinerek süreç sonunda kendi tasarımlarını ortaya koyarken kullanmışlardır. Bu durum programın dayandığı yaratıcılık modeli ile de tutarlılık göstermektedir. Çünkü modele göre yaratıcılığın sergilenebilmesi için o alana özgü bilgi ve becerilere sahip olunması gerekmektedir (Amabile, 1983b; 2013). Nitekim Bakırlioğlu (2012), Boğa (2013) ve Stevens vd. (2021) gibi isimler de çalışmalarında alan bilgisi eksikliğinde biyomimikriye dayalı fikir ve ürün üretme süreçlerinin katılımcılar açısından zorlaştığını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada ise öğrencilerin ağırlıklı olarak derslerde öğrendikleri canlıları da kullanarak yapı-fonksiyon ilişkisini tasarımlarına yansıtabilmeleri ve çevre ve doğa farkındalığını göz önünde bulundurarak tasarımlarında zenginleştirmeler yapabilmeleri, yaratıcılık için gerekli olan alan bilgisi ve farkındalığının öğrenciler tarafından kazanılabildiğini göstermektedir. Öte yandan öğrenciler biyomimikriye dair bilgi ve becerileri edinirken biyomimikri adımlarının entegre edildiği “Besinlerimiz”, “Kuvvetin Etkileri” ve “Maddenin Özellikleri” ünitelerindeki fen konularını da öğrenebilmişlerdir. Yapılan farklı çalışmalarda da benzer

sonuçlara rastlanabilmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Canbazoglu-Bilici vd., 2021; Gencer vd., 2020; Tank vd., 2015; Walker vd., 2016). Örneğin Gencer vd. (2020) sorgulama temelli biyomimikri etkinlikleriyle öğrencilerin Canlılar ve Yaşam ünitesine dair daha derin bir anlayış geliştirdiklerini rapor ederken; Canbazoglu-Bilici vd. (2021) de uygulanan etkinliklerin çevre kirliliğine dair fen kavramlarının gerçek yaşam bağlamlarında keşfedilmesine imkân verdiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu durum NRC (2012) ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde de önerildiği gibi karma eğitim sınıflarında biyomimikrinin fen öğretim programına entegre edilerek hem konuya ilişkin temel bilgi ve becerilerin öğretilebileceği hem de yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilebileceği bir yaklaşım olarak kullanılabileceğini göstermektedir (MEB, 2024).

Araştırmada bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen sonuçlardan bir diğeri *bilimsel süreç becerilerinin* geliştirilmesi olmuştur. Uygulanan program ile birlikte öğrenciler canlıları daha yakından gözlemlemeye ve incelemeye başladıklarını dile getirmişler ve yapılan deneyler aracılığıyla gözlem yapma, tahminde bulunma, verileri kaydetme, iletişim kurma, gibi temel bilimsel süreç becerilerini ders içerisinde kullanarak buna yönelik bir alışkanlık geliştirmişlerdir. Sınıf öğretmeni de bu konuda gözlemlediği gelişimi süreç boyunca araştırmacıyla paylaşmıştır. Öğrencilerin kendi ürünlerini ortaya koydukları tasarım sürecinde de canlılardaki yapıları gözlemleyerek kaydettikleri, kurdukları yapı-fonksiyon ilişkisinden tasarım fikrine ulaşabildikleri ve bu süreci gruplarındaki diğer kişilerle tartışarak ürüne dönüştürebildikleri görülmüştür. Öğrenciler tarafından bu becerilerin kazanılması özellikle yaratıcılığın süreç boyutunda ön plana çıkmaktadır (Mednick, 1962; Rhodes, 1961). Çünkü birçok araştırmacıya göre belirli bir alanda problem çözebilmek için o alana ait kurallara, işlemlere, prosedürlere ve teknik becerilere sahip olunması gerekmektedir. Aksi takdirde bireylerden alana özgü bir yaratıcılık sergilemesi beklenmemektedir (Amabile, 1983b; 2013; Csikszentmihalyi, 1996; 2014). Kaufman vd. (2016)'ne göre ise derslerde uygulanan deney ve tasarım temelli faaliyetler öğrencilerin sahip oldukları bireysel düzeydeki yaratıcılığın (mini-c) günlük yaratıcılık seviyesine (little-c) ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Çünkü öğrenciler sahip oldukları yaratıcılığı ifade edebilecekleri bir yol bulduklarında aldıkları geri bildirimlerle fikirlerini daha çok geliştirerek yaratıcı çözümler üretebilmektedirler. Bu nedenle sınıf ortamlarında bilimsel süreç becerilerinin işe koşulacağı deney, tasarım, araştırma projesi gibi faaliyetlerin daha sık kullanılması önerilmektedir. Bu noktada

yapılan çalışma, tasarlanan biyomimikriye dayalı fen öğretim programının literatürde var olan önerilere cevap verebilecek nitelikte olduğunu göstermektedir.

Çalışmada bilgi ve beceri gelişimine dair elde edilen sonuçlardan bir diğeri *yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimi* olmuştur. Uygulanan programla birlikte öğrencilerin canlıları tasarım fikri olarak görmeye başladıkları, kullanılan tekniklerle yaratıcı düşünme pratiği edinebildikleri, ürün tasarlama ve geliştirme sürecini yürütebildikleri ve yaratıcı düşünmeye eğilim gösterdikleri gözlemlenmiştir. Yapılan birçok çalışmada da biyomimikrinin özellikle fikir üretimini destekleyerek yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağladığı rapor edilmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Çoban ve Coştu, 2021; Mirici vd., 2023; Zhu ve Klapwijk, 2022). Örneğin Mirici vd. (2023)'nin çalışmalarında canlılardaki yapıların zihindeki kavramsal imgeleri zenginleştirdiği için fikir üretme sürecini desteklediği belirtilirken; Zhu ve Klapwijk (2022)'in çalışmalarında analogik düşünmenin uzamsal düşünme sürecini beslediği için yeni tasarım fikirlerinin üretimine katkı sağladığını rapor edilmektedir. Bu çalışmada da öğrencilerin program sürecinde artan bir şekilde canlılardan yeni tasarım fikirleri üretebilmeleri, var olan ürün veya tasarımlar ile canlılar arasında benzerlik kurabilmeleri ve farklı canlıların özelliklerini birleştirerek tasarım fikirleri üretebilmeleri biyomimikriye dair bilgi ve deneyimleri zenginleştikçe doğaya biyomimikri perspektifi ile bakarak canlıları birer tasarım fikri olarak görebildiklerini göstermektedir.

Yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine ilişkin elde edilen sonuçlardan bir diğeri öğrencilerin yaratıcı düşünme pratiği edinebilmeleri olmuştur. Program sayesinde öğrenciler derslere entegre edilen yaratıcı düşünme teknikleri ile birlikte alışılmışın dışında fikir üretme, canlılar ile icatlar arasında ilişki kurma, analogik düşünme, ölçüt geliştirme gibi yeni fikirler üretme pratiği edinmişlerdir. Nitekim sınıf öğretmeni de bu etkinliklerin öğrencilerde geliştirdiği yeni bakış açıları ile onları farklı fikirler üretmeye, yeni bağlantılar kurmaya ve farklı sorular sormaya yönlendirdiğini ifade etmektedir. Bu durum programın temelini oluşturan Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli ile de tutarlılık göstermektedir. Çünkü modele göre bireylerin belirli bir alanda yaratıcı performans sergileyebilmeleri için yaratıcılık ile ilişkili becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Bu beceriler ise bireylerde yaratıcı düşünme pratiği ve fikir üretme deneyimi ile gelişebilmektedir (Amabile, 1983b; 2013). Dolayısıyla programda fen konularına entegre edilen yaratıcı düşünme teknikleri, öğrencilerin hem yaratıcı düşünme

pratiği edinebilmelerine hem de biyomimikri ve fen bilimlerine ilişkin kavramları farklılaştırılmış bir şekilde öğrenebilmelerine katkı sağlamıştır. Yapılan çalışma bu yönüyle diğer araştırmalardan farklılık göstermektedir çünkü birçok araştırmada biyomimikri bir yaratıcılık yaklaşımı olarak kabul edilse de öğrencilerin bunu deneyimleyebileceği yaratıcı düşünme tekniklerine yer verilmediği görülmektedir (Boğa, 2013; Çoban ve Coştu, 2021; Gencer vd., 2020; Sumrall vd., 2018; Mirici vd., 2021). Bu durum ise zaman zaman öğrencilerin yaratıcı fikir üretme süreçlerini zorlaştırabilmektedir (Bakırlıoğlu, 2012; Boğa, 2013, Stevens vd., 2021). Yapılan çalışmada ise öğrencilerin program boyunca canlılardan ilham alarak fikir üretme deneyimlerini artan bir şekilde bir şekilde görüşmelere ve öğrenci ürünlerine yansıtabilmeleri, kullanılan yaratıcı düşünme tekniklerinin Biyomimikri Öğretim Modelinde de öngörüldüğü gibi öğrencilerin yaratıcı düşünme pratiği ve deneyimi edinmelerine katkı sağladığını göstermektedir.

Çalışmada yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine ilişkin elde edilen sonuçlardan bir diğeri öğrencilerin biyomimikriye ve yaratıcılığa ilişkin edindikleri bilgi ve becerileri ürün tasarlama ve geliştirme sürecinde kullanabilmeleri olmuştur. Öyle ki program sonunda öğrencilerin canlılardan yola çıkarak tasarım fikri üretebildikleri, problem belirleyip çözüm geliştirebildikleri ve geliştirdikleri çözümü ürüne/ tasarıma dönüştürebildikleri görülmüştür. Bu durum literatürde yer alan bazı çalışmalarla da benzerlik sergilemektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Canbazoglu-Bilici vd., 2021; Cattano vd., 2011; Çoban ve Coştu, 2021; Walker vd., 2016; Zhu ve Klapwijk, 2022). Ancak bu çalışmaların birçoğu ortaokul ve üniversite düzeyindeki öğrencileri kapsamaktadır. Dolayısıyla yaş düzeyi bağlamında farklılık gösteren bu araştırma, mühendislik-tasarım temelli uygulamaya dönük faaliyetlerin biyomimikriye dayalı etkinlikler aracılığıyla ilkökul düzeyinde de uygulanabileceğini göstermektedir. Öte yandan öğrencilerin süreç boyunca edindikleri bilgi ve becerileri ürün tasarlama ve geliştirme sürecinde kullanabilmeleri programın dayandığı Biyomimikri Öğretim Modeli ile de tutarlılık sergilemektedir. Çünkü modelde öğrencilerin süreç sonunda kendi biyomimikri tasarımlarını üretmeleri beklenmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar bu hedefe ulaşılabilirdiğini göstermektedir. Yaratıcılık üzerine yapılan tanımlar ve ortaya konulan kuramlar tekrar incelendiğinde yaratıcılıkta ürün boyutunun oldukça önemli bir yer kapladığı görülmektedir (Amabile, 2013; Csikszentmihalyi 1999; Rhodes, 1961). Çünkü bu boyut yaratıcılığın somut bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Aksi takdirde

yaratıcılık adına sadece bir olasılık olarak görülen yaratıcı potansiyelden bahsedilebilmektedir (Rhodes, 1961; Sak, 2014). Bu da ilhama kaynak olan fikir veya süreçlerin nesnel bir şekilde değerlendirilmesine engel olmaktadır (Rhodes, 1961). Dolayısıyla öğrencilerin program ile birlikte derslerde gördükleri canlılardaki yapı-fonksiyon ilişkisini kullanarak kendi tasarımlarına yansıtabilmeleri ve ürettikleri fikirleri ürüne dönüştürebilmeleri yaratıcılığın ürün boyutunun sınıf ortamında gerçekleştirilebildiğini göstermektedir.

Çalışmada yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine ilişkin elde edilen sonuçlardan bir diğeri öğrencilerin yaratıcı düşünmeye teşvik edilmesi olmuştur. Biyomimikriye dayalı yürütülen farklı çalışmalarda da benzer sonuçlarla karşılaşılabilirdiği görülmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Gencer vd., 2020, Mirici vd., 2021). Örneğin Aydın ve Kaptan, (2023)'ın çalışmasında öğrenciler bu durumu sunulan öğrenme ortamı ve etkinliklerin özgür düşünmeye fırsat vermesi, fikir üretimini desteklemesi ve fikirlerini tasarıma dönüştürme düşüncesinin kendilerini heyecanlandırması gibi nedenlerle açıklarken; Mirici vd. (2021)'nin çalışmasında bu durum STEM'e benzer zenginleştirilmiş öğretimsel faaliyetlerin öğrencilere farklı uyaranlar sunması ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada da öğrenciler, uygulanan programın kendilerinde fikir ürettikçe yeni fikirler üretmeye yönelik istek ve bilişsel bir zemin oluşturduğunu, düşünme becerilerini harekete geçirerek yaratıcılık kapasitelerini artırdığını ve materyal desteğiyle yaratıcılıklarını kullanma imkânı sağladığını dile getirmişlerdir. Öğrencilerde gözlemlenen bu durumun, kullanılan yaratıcılık tekniklerinin fikir üretme sürecinde öğrencilere bilişsel bir esneklik ve alışkanlık kazandırması, biyomimikrinin doğası gereği analogik düşünmeye fırsat vermesi ve öğrenme ortamının yaratıcılığı teşvik edecek şekilde düzenlenmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Amabile ve Gryskiewicz, 1989; Boğa, 2013; Colletti vd., 2023; Ngo, 2014; Mirzae vd., 2009; Tsai vd., 2020). Çünkü içinde çeşitli örüntüler ve karşıtlıklar barındıran analogik düşünme ve sinektik teknikleri öğrencilerde orijinal ve beklenmedik fikirlerin üretimine katkı sağlarken; olumlu kalma ve yargıyı ertelemeye dayanan beyin fırtınası, sınıfta destekleyici bir atmosfer yaratarak ilham alma ve serbest düşünme sürecine yardımcı olmaktadır (Choi ve Kim, 2017; Mirzae vd., 2009; Moriarty ve Robbs, 1999). Programda öğrencilere sağlanan materyal desteği, açık iletişim, iş birliği ve uyaran zenginliği gibi faktörler ise araştırmacılar tarafından yaratıcılığı destekleyen öğrenme ortamlarında yer alması gereken çevresel unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Amabile ve Gryskiewicz, 1989; Zhang ve Sternberg, 2011). Dolayısıyla öğrencilerin

program ile birlikte yaratıcı düşünmeye eğilim göstermelerinde süreç ve çevreye dayalı unsurların karşılıklı etkileşimlerinin teşvik edici bir rol oynadığı düşünülmektedir (Rhodes, 1961).

Araştırmada bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen sonuçlardan bir diğeri grup çalışması ve sosyal becerilerin gelişimi olmuştur. Program sayesinde öğrenciler, derste yapılan grup etkinlikleri ve tasarım sürecinin; grupta çalışma ve iş birliği, arkadaşlık ilişkileri ve sosyalleşme, kendini ifade etme ve iletişim becerilerini güçlendirdiğini ve akran öğretimine katkı sağladığını dile getirmişlerdir. Bu durum öğrenciler ve sınıf öğretmeni tarafından kalıcı öğrenmenin de nedenlerinden biri olarak değerlendirilmiştir. Çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşan Sumrall vd. (2018) de öğrencilerin gruplara ayrılarak iş birlikli çalıştıklarında etkinliklere odaklanarak daha kalıcı bir öğrenme imkânı bulabildiklerini rapor etmişlerdir. Sınıf ortamında bu becerilerin gelişimi aynı zamanda yaratıcılığı teşvik eden bir çevrenin varlığına da işaret etmektedir. Çünkü Moriarty ve Robbs (1999)'a göre grup çalışmalarının yarattığı ortak çağrışım bireyin tek başına üretebileceğinden çok daha fazlasını ortaya çıkarmaktadır. Amabile ve Gryskiewicz (1989)'e göre ise yaratıcılığı teşvik eden bir çevrede iletişim, iş birliği ve grupta çalışma sürecine yönelik etkinliklerin de yer alması gerekmektedir. Bu araştırmada da öğrencilerin özellikle tasarım sürecinde hem kendi gruplarında hem de başka gruplarda üretilen fikirlerden esinlenerek yeni fikirler üretebilmeleri bu durumu destekler niteliktedir. Ayrıca Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde de öğrencilerin sosyal-duygusal öğrenme ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi için grupta çalışma, iş birliği ve iletişim becerilerinin yer aldığı iş birlikli öğrenme ortamlarının önemine vurgu yapıldığı görülmektedir (MEB, 2024). Bu noktada geliştirilen program, öğrencilerin akademik becerilerinin yanı sıra grup çalışması, iş birliği ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine de katkı sağlamaktadır.

Çalışmada bilgi ve beceri gelişimine yönelik elde edilen sonuçlardan bir diğeri öğrencilerde anlama ve öğrenme becerilerinin gelişimi olmuştur. Yapılan çalışma ile birlikte öğrenciler yeni ve farklı bilgiler öğrenebildiklerini, konuları daha hızlı ve kolay kavrayabildiklerini, yapılan etkinliklerin anlama ve akılda kalıcılığı artırdığını, fen başarısını desteklediğini ve disiplinler arası öğrenmeye katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Nitekim biyomimikrinin fen konuları ile ilişkilendirildiği bazı çalışmalarda da benzer sonuçlarla karşılaşılmaktadır (Aydın ve Kaptan, 2023; Canbazoglu-Bilici vd., 2021; Tank

vd., 2015). Örneğin Aydın ve Kaptan, (2023) biyomimikriye dayalı yapılan fen etkinliklerinin öğrencilerde anlamlı ve kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğunu belirtirken; Tank vd. (2015) mühendislik, fen ve doğayı birbiri ile ilişkilendirerek disiplinler arası öğrenmeye katkı sağladığını rapor etmişlerdir. Bu durum güncel fen programlarında belirlenen farklılaştırılmış öğretim hedeflerinin gerçekleştirilebildiğini göstermektedir (MEB, 2024). Çünkü yapılan çalışmada farklı ilgi, yetenek ve başarı düzeyindeki öğrenciler, fen konularını daha geniş ve derinlemesine öğrenebildiklerini ve programın ötesinde yeni bilgiler de edinebildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca farklı duyulara hitap eden etkinlik ve materyallerin konuların anlaşılabilirliğini artırdığını ve fen konularını tekrar etme imkânı sağladığını ifade etmişlerdir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde öğrencilerin bireysel ihtiyaç ve farklılıklarına cevap veren ve sahip oldukları potansiyeli en üst düzeyde geliştirmelerini hedefleyen destekleme ve zenginleştirme stratejilerinin önemine vurgu yapıldığı görülmektedir (MEB, 2024). Bu nedenle ekstra zamana ihtiyaç duyan öğrenciler için derslerin farklı duyulara hitap eden etkinlik ve materyallerle desteklenmesi, ileri gelişim gösteren öğrenciler için ise öğretimin içeriğinin programın ötesinde konu, ders veya disiplinlerle ilişkilendirilmesi önerilmektedir (MEB, 2024). Bu noktada geliştirilen programın farklı ilgi, yetenek ve başarı düzeyindeki öğrencilerin bir arada bulunduğu karma eğitim sınıflarında bireysel ihtiyaç ve potansiyellere cevap verebilen ve üstün yetenekli öğrencilerin bulunduğu sınıflarda zenginleştirilmiş öğretim fırsatları sunabilen bir yapı sergilediği düşünülmektedir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde elde edilen sonuçlardan bir diğeri yaşanan *duyuşsal deneyimlerdir*. Süreç boyunca yaşanan duyuşsal deneyimlerden ilki olumlu duyuşsal deneyimler olmuştur. Program sürecinde öğrenciler, uygulanan etkinlikler sayesinde fene, doğaya, bilime, araştırmaya, biyomimikriye ve programa yönelik ilgi, merak ve heyecan duyduklarını, eğlenerek öğrenme deneyimi yaşadıklarını, canlıları ve biyomimikriyi öğrenmekten keyif aldıklarını, fen dersini daha çok sevmeye başladıklarını ve programdan memnun kaldıklarını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde sınıf öğretmeni de öğrencilerde gözlemlediği bu deneyimlerden ve yürütülen program sürecinden zevk aldığını ve heyecan duyduğunu dile getirmiştir. Biyomimikriye dayalı yürütülen bazı çalışmalarda bu durum; uygulanan etkinliklerin eğlenceli ve etkileşimli olması, zengin bir öğrenme çevresi sunması, bilgi ve becerileri gerçek yaşamda kullanma imkânı vermesi, fikirlerin

ürüne dönüşmesine fırsat tanınması gibi nedenlerle ilişkilendirilmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Cattano vd., 2011; Çoban ve Coştu, 2019). Bu çalışmada da yeni ve farklı bilgilerin öğrenilmesi, ilgi çekici örnek, etkinlik ve materyallerin kullanılması, deneylerle aktif öğrenme ve kalıcılığın sağlanması, tasarlanan etkinliklerin eğlenceli ve öğretici olması, başkalarındansa (bilim insanı vb.) kendi fikirlerinin ürüne veya tasarıma dönüşmesi gibi nedenlerle programın ilgi, merak ve heyecan uyandırdığı ifade edilmiştir. Bu durum uygulanan programda yaratıcılık için gerekli olan kişilik özellikleri ve bu özellikleri destekleyen bir çevrenin varlığını göstermektedir (Rhodes, 1961). Çünkü literatürde yaratıcı bireyler, çalışılan alana ilgi duyma, öğrenme sürecinden zevk alma, yeni ve farklı deneyimlere açık olma, yoğun ve güçlü merak duygusu gibi özelliklerle tarif edilmektedir (Barron ve Harrington, 1981; Sak, 2014). Sternberg ve Lubart (1991)'a göre bu özellikler destekleyici veya kısıtlayıcı bir çevrenin varlığından olumlu veya olumsuz şekilde etkilenebilmektedir (Sternberg ve Lubart, 1991). Çalışmada öğrencilerin kendilerine dair belirtmiş oldukları özellikleri programda sunulan öğrenme çevresi ile de ilişkilendirmeleri (öğrenci merkezlilik, eğlenceli ve öğretici materyaller vb.), program sayesinde yaratıcılığı destekleyen bir öğrenme ortamının sağlanabildiğini göstermektedir. Bu nedenle Biyomimikri Öğretim Modelinde hedeflendiği gibi biyomimikrinin, küçük yaş gruplarında bir farklılaştırma yaklaşımı olarak öğretim programlarına dahil edilerek yaratıcı kişilik özelliklerinin desteklenebileceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin yaşamış oldukları bir diğer olumlu duyuşsal deneyim doğayı ve canlıları takdir etmeleri olmuştur. Program sayesinde öğrenciler canlıların özelliklerini ve biyomimikriyi öğrendikçe görmüş oldukları oldukları stratejilere şaşırmışlar, doğaya ve canlılara hayranlık duymuşlar ve onları gözlerinde daha çok yüceltmişlerdir. Bu durum biyomimikrinin öğrenilebilmesi için öncelikle doğanın keşfedilmesi ve takdir edilmesi gerektiği düşüncesiyle (Biomimicry Institute, 2017) paralellik göstermektedir. Çünkü öğrenciler doğaya ve canlılara karşı hayranlık duydukça daha fazlasını öğrenme isteği sergilemişlerdir.

Program sürecinde öğrenciler programdan duydukları memnuniyetin yanı sıra gurur, özgüven ve ayrıcalık hissettiklerini de dile getirmişlerdir. Buna yönelik; programda yer almaktan ve kendilerinden gurur duyduklarını, özel, önemli ve ayrıcalıklı hissettiklerini, kendilerine olan inanç ve özgüvenlerinin arttığını ve daha bilgili/başarılı hissettiklerini belirtmişlerdir. Yapılan bazı araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir

(Aydın ve Kaptan, 2023; Soja, 2014). Öğrencilerin çalışma sonunda tasarım üretmeye dayalı yaratıcılık gerektiren bu tür bir öğretim sürecinde kendilerini daha bilgili/başarılı hissetmeleri ve kendilerine olan inanç ve özgüvenlerinin artması uygulanan programın yaratıcı kişilik özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olabileceğini göstermektedir. Çünkü literatürde bireyin kendi yaratıcılığının farkında olduğu “yaratıcı benlik algısı”, “özgüven” ve “yaratıcılık bilinci” gibi özellikler uzmanlar tarafından kabul gören en önemli yaratıcı kişilik özellikleri olarak değerlendirilmektedir (Barron ve Harrington, 1989; Sak, 2014). Yaratıcı olmayı seven ve bunu özellikle tercih eden kişiler, karşılaştıkları engellere rağmen risk almayı yaşamlarının bir parçası haline getirerek yaratıcı düşünmeye ve yenilik üretmeye yaşamları boyunca devam etmektedirler (Sak, 2014). Bu nedenle eğitim ortamlarında içsel yaratıcılık (mini-c) olarak tarif edilen öznel yaratıcılık deneyimlerinin açığa çıkarılması ve çeşitli öğretimsel faaliyetlerle (proje, araştırma, ürün tasarlama vb.) eğitim ortamlarına entegre edilmesi önerilmektedir (Beghetto ve Kaufman, 2007; Kaufman, vd., 2016). Bu noktada yapılan çalışma, biyomimikri ve yaratıcılık temelli mühendislik-tasarım faaliyetlerinin öğrencilerde sosyal-duygusal gelişimi destekleyerek yaratıcı kişilik özelliklerine katkı sağladığını göstermektedir.

Program sürecinde yaşanan duyuşsal deneyimlerden bir diğeri hedefe yönelik duyuşsal deneyimler olmuştur. Bu noktada öğrenciler daha fazla bilgi edinme, daha başarılı olma, grup görevlerini yerine getirme, biyomimikriye dayalı tasarım üretme gibi konularda gerek bireysel gerekse de grup olarak azim ve rekabet duygusu hissettiklerini; zaman zaman ise süreyi yetiştirememeye, malzemeye erişememe, beğenilmeme gibi konularda endişe ve tedirginlik yaşayabildiklerini belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılara göre bu durum yaratıcılığı kısıtlayan bir çevrenin varlığına işaret etmektedir. Örneğin Amabile ve Gryskiewicz (1989)’e göre yaratıcılığı sınırlandıran bir çevre; aşırı rekabet, yoğun zaman baskısı, kaynak yetersizliği ve stres gibi durumlarla ilişkilendirilmektedir. Sternberg ve Lubart (1991)’a göre ise bireylerin zihinsel veya ruhsal çöküş yaşamadan üstesinden gelebilecekleri düzeydeki zorluklar, kişilik özelliklerine bağlı olarak içsel motivasyonu ve yaratıcılığı teşvik eden unsurlara dönüşebilmektedir. Bu noktada öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar karşısında grupça çözüm üretme çabasına girmeleri, göreve odaklanma ve motivasyon konusunda istekli olduklarını göstermektedir. Yapılan bazı araştırmalarda da benzer durumlarla karşılaşabilmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Gencer vd., 2020). Örneğin Gencer vd. (2020)’nin çalışmasında öğrenciler gruplarında

en iyi çözümü bulabilmek için zaman zaman karamsarlığa düşüp tartışabildiklerini fakat pes etmeden üstesinden gelebildiklerini belirtirken; Aydın ve Kaptan, (2023)'ın çalışmalarında bazı öğrenciler zaman ve materyal yetersizliği gibi nedenlerle tasarımlarını tamamlayamama endişesi taşıyabildiklerini ifade etmişlerdir. Çalışmalarda karşılaşılan bu sorunlar grupça tasarım sürecinde öğrenciler için aşılması gereken birer motivasyon unsuruna dönüşmüş olsa da bireysel yaratıcılık sürecinde içsel motivasyonu olumsuz yönde etkileyebilecek faktörler de olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde elde edilen sonuçlardan bir diğeri katılımcılarda olumlu tutum, motivasyon ve davranış geliştirme olmuştur. Öğrencilerin ders içi motivasyon süreçleri incelendiğinde sıkılmadan ders işleme, uygun düzeyde zorlanma, derse ve etkinliklere odaklanma, aktif katılım isteği gösterme gibi deneyimler yaşadıkları, ders sonrasında ise istekle çalışma, araştırma, inceleme, öğrenilenleri evde tekrar etme, deneme, çevresine anlatma, programı tavsiye etme gibi davranışlar sergiledikleri görülmüştür. Gelecek dersler için ise öğrenmeye yönelik beklenti ve istek duydukları, yapılacak etkinlikleri, biyomimikriyi ve feni merak ettikleri, öğrenme motivasyonlarının süreç boyunca devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu durum, araştırmacının ortaya koyduğu Biyomimikri Öğretim Modeli ve programın kuramsal temelini oluşturan Üç Bileşenli Bağlamsal Yaratıcılık Modeli ile tutarlılık göstermektedir. Çünkü her iki modelde de bireylerin belirli bir alanda yaratıcı performans sergileyebilmeleri için o alana yönelik öğrenme isteği duymaları ve içsel bir motivasyona sahip olmaları gerekmektedir (Amabile, 2013). Bunun için sunulan görevlerin ilgi çekici, uygun düzeyde zorlayıcı ve tatmin edici olması önerilmektedir (Amabile, 1983a; 1983b). Öğrencilerle süreç boyunca yapılan görüşmeler, öğretmen görüşleri, öğrenci günlükleri ve yapılan gözlemler öğrencilerin derslerde uygulanan etkinlikleri ve tasarım sürecini eğlenceli ve teşvik edici bulduklarını göstermektedir. Öyle ki program sonunda birçok öğrenci, programın bitişinden duydukları üzüntüyü ve devam etme isteklerini günlüklerine kaydetmişlerdir. Literatürde yer alan bazı araştırmalar incelendiğinde de benzer sonuçlarla karşılaşıldığı görülmektedir (Amer, 2019; Aydın ve Kaptan, 2023; Cattano vd., 2011; Çoban ve Coştu, 2021; Mirici vd., 2021; Tavşan vd., 2015). Örneğin Aydın ve Kaptan (2023), aktif katılıma müsaade eden biyomimikri etkinliklerini, Mirici vd. (2021) ise sunulan farklılaştırılmış öğrenme ortamlarını ilgi ve motivasyonu artıran unsurlar olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada da yeni ve farklı bilgiler öğrenme, öğretim sürecinden zevk alma, tasarım sürecinde kendi hayal gücünü kullanma gibi

faktörler motivasyonun devam etmesinde önemli rol oynamıştır. Yaratıcılıkta motivasyon, kişilerin belirli bir alanda ürün ya da performans ortaya koymaları için gerekli görülen en temel unsurlardan bir tanesidir (Amabile, 1983a, 1983b; Sak, 2014). Çünkü bu unsur olmadan kişinin bilgi düzeyi, zihinsel becerileri veya kişilik özellikleri yaratıcılığın ortaya çıkmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle kişilerin çalıştıkları veya uğraştıkları alanlarda sahip oldukları içsel motivasyon yaratıcılığın sergilenebilmesi için itici bir güç olarak değerlendirilmektedir (Sternberg ve Lubart, 1991). Yapılan çalışmada öğrencilerin yalnızca öğretim sürecine ilişkin değil geleceğe yönelik de motivasyon sergiledikleri görülmektedir. Öyle ki öğrenciler biyomimikrinin kendileri için ileride de ilham verici fikirler sunacağını, bu nedenle daha ileri düzeyde öğrenmek istediklerini ve eğitim hayatlarında, meslek hayatlarında ve günlük yaşamlarında kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Sak (2014)'a göre çocuklukta sahip olunan ilgi ve tutkular yetişkinlikte sergilenen yaratıcılığın köklerini oluşturmaktadır. Bu nedenle uygulanan programın öğrencilerde gelecek yaşantılarında takip edebilecekleri bir ilgi alanıyla karşılaşmalarına yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde elde edilen sonuçlardan bir diğeri öğretimin farklılaştırılması olmuştur. Bu noktada gerek sınıf öğretmeni gerekse de öğrenciler programla birlikte uygulanan içeriğin, sürecin, ürünün ve öğrenme ortamının farklılaştırılarak geleneksel öğretimin dışına çıkıldığını ifade etmişlerdir. Türkiye'deki güncel eğitim anlayışını yansıtan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde de öğrencilerin karma eğitim sınıflarında kendi ilgi, yetenek ve öğrenme profilleri doğrultusunda potansiyellerini gerçekleştirebilmeleri için eğitimdeki bu dört temel öğenin farklılaştırma stratejileriyle desteklenmesi ve zenginleştirilmesi önerilmektedir (MEB, 2024). Bu noktada geliştirilen programın, ÜYEP ve BİLSEM öğrencilerini de içeren karma bir sınıfta uygulanması, biyomimikriye dayalı öğretim farklılaştırmasının üstün yetenekli öğrencilerin de yer aldığı genel eğitim sınıflarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Öğretim farklılaştırmasına yönelik katılımcıların değindiği noktalardan ilki *öğretim programı* ve *materyalin* zenginleştirilerek öğretim *içeriğinin farklılaştırılması* olmuştur. Öğretim programının farklılaştırılmasına ilişkin katılımcılar biyomimikriye dayalı içerik zenginleştirilmesiyle fen konularının normalden farklı ve programın ötesinde bilgilerle daha geniş ve derinlemesine öğrenilebildiğini ifade etmişlerdir. Materyal

farklılaştırılmasına yönelik ise farklı duyulara hitap eden zengin ve ilgi çekici materyallerle konuların daha kolay anlaşıldığını ve normalden daha farklı bakış açılarıyla algılanabildiğini belirtmişlerdir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde de içerik farklılaştırılmasına yönelik üstün yetenekli öğrenciler için soyutluk, karmaşıklık, çeşitlilik gibi ilkelerle programın ötesinde ve disiplinler arası bağlantılarla konunun zenginleştirildiği bir öğretim anlayışı benimsenirken; akranlarından geride olan öğrenciler için farklı duyulara hitap eden ve anlamayı kolaylaştıran öğretim materyalleriyle konunun desteklendiği bir eğitim anlayışının benimsendiği görülmektedir (MEB, 2024). Bu anlamda biyomimikriye dayalı öğretim farklılaştırılmasının karma yetenek sınıflarındaki her iki gruba da hitap edebilecek kapsayıcı bir nitelik sergilediği düşünülmektedir. Yapılan bazı araştırmalarda da biyomimikriye dayalı sunulan içeriklerin, fen konularını zihinde canlandırarak akılda kalıcılığı artırdığı, öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve daha fazla bilgi edinmeye yardımcı olduğu rapor edilmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Mirici vd., 2021). Tomlinson ve Jarvis (2009)’e göre öğretimde içeriğin farklılaştırılması öğrencilerde var olan ilgi alanlarının yanı sıra yeni ilgi alanlarının ortaya çıkmasını da sağlamaktadır. Bu durum sunulan içeriğe karşı ilgi, merak ve motivasyonu da artırmaktadır. Sunulan içeriğe ilgi, merak ve motivasyonun arttığı bir öğrenme ortamı ise öğrencilerin keşfetme, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamaktadır (Davis vd., 2011). Yapılan çalışmada öğrencilerin biyomimikriye dayalı farklılaştırılan fen içerikleriyle program sonunda kendi tasarımlarını ortaya koymaları bu durumu destekler niteliktedir.

Programın uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde öğretimin farklılaştırılmasına yönelik değinilen noktalardan bir diğeri öğretim sürecinin farklılaştırılması olmuştur. Buna ilişkin öğrenciler ve sınıf öğretmeni, derslerde kullanılan deneyler, grup tartışmaları, beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi, sinektik gibi farklı yöntem ve tekniklerin dersi zenginleştirerek aktif katılım ve öğrenci merkezliliği sağladığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca sınıfta bulunan üstün zekâlı öğrenciler uygulanan programı ÜYEP ve STEM gibi zenginleştirilmiş öğretim programlarına ve yaklaşımlarına benzetmişlerdir. Tomlinson ve Jarvis (2009)’e göre öğretim sürecinin farklılaştırılması öğrencilerin sunulan içeriği aklında tutması, uygulaması, transfer edebilmesi ve derinleştirmesine imkân veren anlamlı öğretim etkinliklerini kapsamaktadır. Bu noktada Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde süreç farklılaştırılmasına yönelik üstün zekâlı öğrenciler için üst düzey düşünme, açık uçluluk, keşifçi öğrenme, akıl yürütme, çeşitlilik, grup etkileşimi gibi

ilkelerle öğretim yöntem ve tekniklerinin zenginleştirilmesi; akranlarından geride olan öğrenciler için ise oyunlarla öğretim, akran öğretimi, iş birlikli öğretim, materyale dayalı etkileşim gibi yöntem ve stratejilerle öğretimin desteklenmesi önerilmektedir (MEB, 2024). Bu noktada tasarlanan programın literatürde süreç farklılaştırmasına yönelik getirilen önerilere cevap verebildiği düşünülmektedir. Çünkü programda öğrenciler, yapılan farklılaştırmaların dersi sıradanlıktan çıkardığını, kendilerini heyecanlandığını, diğer sınıflardan farklı hissettirdiğini, kendilerinde şaşkınlık yarattığını, derse hayranlık uyandırdığını ve birçoğunun ilk defa uygulandığını dile getirmişlerdir. Sınıf öğretmeni ise sunuş ve düz anlatımın dışında kendisine yeni yollar sunarak dersi zenginleştirdiğini ve farklılaştırılmış yöntemlerin sınıf ortamında kullanımına yönelik kendisini geliştirdiğini ifade etmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan bazı çalışmalarla da paralellik göstermektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Gencer vd., 2020; Mirici vd., 2021). Örneğin üstün zekâlı öğrencilerle çalışan Mirici vd. (2021), argümantasyona dayalı zenginleştirilmiş biyomimikri etkinliklerinin öğrencilerde motivasyonu artırarak sorgulayıcı düşünme ve yaratıcı problem çözme becerilerine katkı sağladığını rapor etmişlerdir. Rhodes (1961)'a göre yaratıcılıkta süreç; ürüne ulaşırken motivasyon, algı, öğrenme, düşünme ve iletişim yollarının kullanıldığı yaratma sürecini ifade etmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar düşünüldüğünde (bilgi ve beceri gelişimi, duyuşsal deneyimler ve tutum, motivasyon, davranış) uygulanan programın öğrencilerde yaratıcı süreç için gerekli olan unsurları etkileşim halinde harekete geçirebildiğini göstermektedir.

Programın uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde elde edilen sonuçlardan bir diğeri öğrenme ortamının farklılaştırılması olmuştur. Tomlinson ve Jarvis (2009)'e öğrenme ortamı; sınıfın fiziksel alanı, kuralları, rutinleri, genel atmosferi ve ruh halini kapsamaktadır. Dolayısıyla ihtiyaca göre bağımsız çalışma, grup çalışması, iletişim, iş birliği gibi faaliyetlere olanak verecek şekilde düzenlemeler yapılması önerilmektedir. Benzer önerilerin Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde de yer aldığı görülmektedir (MEB, 2024). Bu noktada özellikle öğrenciler, sınıf ortamında birbirleri ile iletişim kurabilecekleri ekip çalışması düzeninin kendilerini diğer sınıflardan farklı ve özel hissettirdiğini, sınıf ortamı ve iklimini farklılaştırdığını, sınıfta daha sıcak bir atmosfer yarattığını dile getirmişlerdir. Bu durum yaratıcı düşünmeye izin veren kişi, süreç, ürün ve çevre etkileşiminin sağlanabildiği bir öğrenme ortamının varlığına da işaret etmektedir (Rhodes, 1961). Çünkü yaratıcı düşünme genellikle, bireylerin eleştirilme ve baskılanma

endişesi yaşamadan fikir üretebilmelerine olanak sağlayan destekleyici bir çevrede ortaya çıkmaktadır (Amabile ve Gryskiewicz, 1989; Sternberg ve Lubart, 1991). Bunun için ise öğrenme veya çalışma ortamlarının yaratıcı kişilik özelliklerini besleyen ve yaratıcı düşünme becerilerini teşvik eden yaklaşım, yöntem ve tekniklerle dizayn edilmesi gerekmektedir (Kaufman vd., 2016; Sternberg ve Lubart, 1991). Bu bağlamda yapılan çalışmada öğrencilerin gerek serbestçe fikir üretmelerine imkân veren beyin fırtınası, analogilerle öğretim stratejisi, sinektik gibi yaratıcı düşünme tekniklerinden yararlanılması gerekse de grupta çalışma, iş birliği ve iletişim becerilerini aktif bir şekilde kullanabilecekleri ekiple çalışma düzeninin oluşturulması Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde de önerildiği gibi yaratıcı düşünmeye izin veren öğrenci merkezli bir öğretimin sağlanabildiğini göstermektedir (MEB, 2024). Bireyin süreç içerisinde bu etmenlerle etkileşimi sergileyeceği yaratıcılık düzeyini etkilemektedir (Rhodes, 1961).

Programın uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde öğretimin farklılaştırılmasına yönelik katılımcıların değinmiş oldukları son nokta öğrenme ürününün farklılaştırılması olmuştur. Tomlinson (2001)'a göre iyi bir ürün farklılaştırması, ürünü ortaya koyan kişinin parmak izini taşıyacağı için oldukça motive edici olmalıdır. Ayrıca öğrencinin bilgi, anlayış, düşünme süreci ve becerilerini bir arada görmeye olanak tanınmalıdır. Bu nedenle farklılaştırılmış bir sınıfta sınav temelli uygulamalardan ürün temelli uygulamalara yer verilmesi veya bu uygulamaların birleştirilmesi önerilmektedir (Tomlinson, 2001; Tomlinson ve Jarvis, 2009). Bu noktada yürütülen çalışmada öğrencilerin sınava dayalı uygulamalarla değil performansa dayalı ürünlerle öğrendiklerini yansıtmaları ve bunu sınıf ortamında sunmaları beklenmiştir. Yapılan ürün farklılaştırması sonucunda ise öğrencilerin; diğer sınıflardan ve geçmiş uygulamalardan farklı hissettiklerini, birçoğunun ilk defa böyle bir deneyim yaşadıklarını, sınav temelli uygulamalardan performans temelli uygulamaları tercih ettiklerini, fen derslerinde tasarıma yönelik araştırma yapma imkânı bulduklarını, ilk defa kendi fikirlerini tasarıma dönüştürme heyecanı yaşadıklarını, grupta sunum hazırlama ve sunma konusunda yeni ve farklı deneyimler kazandıklarını, bazılarının ilk defa sunum hazırlayarak bunu paylaştıklarını dile getirdikleri görülmüştür. Benzer şekilde sınıf öğretmeni de biyomimikriye dayalı ürün tasarlama faaliyetlerinin öğrencilere doğa ile bağlantı kurma, yenilikçi düşünme, mühendislik tasarım becerilerini harekete geçirme, sunum deneyimlerini zenginleştirme ve yeni tecrübeler edinme gibi fırsatlar verdiğini; kendi açısından ise öğrencileri bu süreçte gözlemlemenin iş birliği ve tasarım konusunda

potansiyellerini görmesine imkân tanıdığını ifade etmiştir. Öğrencilerin süreç sonunda performansa dayalı ürünler ortaya koymaları literatürde var olan önerilerle de tutarlılık göstermektedir. Örneğin Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde üstün zekâlı öğrenciler için ürün farklılaştırmasına yönelik gerçek hayat problemleri, gerçek alıcı kitle, sentez ürün ve üründe çeşitlilik gibi ilkelerle proje ve performans temelli ürünlere yer verilmesi; akranlarından geride olan öğrenciler için ise kendilerini ifade edebilecekleri sunum, proje hazırlama ve portfolyo oluşturma gibi uygulamalı görevler ile farklı ürün seçeneklerinin sunulması önerilmektedir (MEB, 2024). Tasarım ve sunum sürecinde öğrencilerin gerçek hayattaki sorunlara çözüm bulurken canlıların özelliklerinden yararlanmaları, bunları birleştirmeleri, yeni fikirler üretmeleri, belirli bir hedef kitleye odaklanmaları ve yeteneklerine göre görev dağılımı yapmaları ürün farklılaştırmasına yönelik getirilen önerilere cevap verilebileceğini göstermektedir. Öte yandan öğrencilerin süreç sonunda kendi ürünlerini ortaya koymaları güncel yaratıcılık modelleriyle de örtüşmektedir. Çünkü özellikle alana özgü yaratıcılık modellerinde bireylerin sahip oldukları yaratıcı potansiyeldense sergilemiş oldukları yaratıcı ürün, performans veya başarılarla odaklanılmaktadır (Amabile, 1983b; 2013; Csikszentmihalyi, 1996; 2013). Süreç sonunda sergilenen ürünler ise yaratıcılığın temel bir sonucu ve nesnel bir kanıtı olarak değerlendirilmektedir (Rhodes, 1961). Dolayısıyla yapılan araştırmada öğrencilerin program sonunda kendi tasarımlarını üretebilmeleri biyomimikriye dayalı ürün farklılaştırmasının ilkökul düzeyi de dahil olmakla birlikte öğretimin farklı kademelerinde uygulanabileceğini göstermektedir.

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanması ve geliştirilmesi sürecinde elde edilen bir diğer sonuç öğretmene sağlanan katkı olmuştur. Süreç içerisinde sınıf öğretmeni genel kültürünü artırma, yeni tecrübeler edinme ve algısal değişim süreçlerine değinerek programın kendisine sağladığı bireysel ve mesleki katkılardan bahsetmiştir. Örneğin canlılar ve biyomimikriye ilişkin öğrendiği yeni ve farklı bilgilerle genel kültürünün arttığını ifade eden sınıf öğretmeni aynı zamanda zengin bir ders ortamı sağlama, farklı strateji, yöntem ve tekniklerden yararlanma, öğrencileri daha yakından tanıma ve potansiyellerini keşfetme gibi yönlerden de yeni tecrübeler edindiğini dile getirmiştir. Bu yönüyle yapılan çalışma diğer araştırmalardan farklılık göstermektedir. Çünkü biyomimikriye dayalı yürütülen çalışmaların birçoğunda öğrenci görüşleri alınmasına rağmen hiçbirinde öğretmen görüşleri değerlendirme sürecine dahil edilmemiştir. Öte yandan yürütülen çalışma, gerek güncel fen programlarında

benimsenen öğrenci merkezli eğitim anlayışının biyomimikri etkinlikleriyle öğretim sürecine dahil edilebileceğini gerekse de eğitim ortamlarında var olan teori ve uygulama arasındaki uyumsuzluklara çözüm getirilebileceğini göstermektedir (MEB, 2018; 2024; NGSS, 2013a; 2013b; NRC, 2012; Van den Akker vd., 2006). Çünkü çalışma süreci boyunca sınıf öğretmeni, kullanılan farklı yöntem ve tekniklerin sınıfta aktif katılım ve öğrenci merkezliliği sağladığını, kendisini rutinin dışına çıkararak ileride de kullanabileceği stratejiler yönünden zenginleştirdiğini, yaratıcı düşünme becerilerini derslere dahil etmeye yönelik pratiklik sağladığını ve sınıf yönetimi gibi konularda hakimiyetini artırdığını ifade etmiştir. Bu durum sınıf ortamında yapılacak farklılaştırmaların yalnızca öğrenciyi hedef alarak değil öğretmeni de sürece aktif bir şekilde katarak başarılabileceğini göstermektedir.

Sınıf öğretmenin program sürecinde değiştiği noktalardan bir diğeri yaşadığı algısal değişim olmuştur. Buna yönelik uygulanan program sayesinde, sınıf hakimiyetine daha çok güvenmesi gerektiğini fark ederek potansiyelini fark ettiğini, farklı öğretim tekniklerini sınıfında uygulayarak çekimserlikten kurtulduğunu ve yeni stratejilere karşı olumlu tutum geliştirdiğini ifade etmiştir. Öyle ki program sonunda mevcut fen bilimleri öğretim programını eleştirerek uygulamaya dönük kılavuz eksikliğinden bahsetmiş ve bu eksikliğin giderilebilmesi için benzer öğretim programlarının yaygınlaştırılarak öğretmenlere eğitim verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durum literatürde belirtilen; öğretmenlerin uygulamaya dönük faaliyetlere bilgi ve deneyim yetersizliği, müfredattaki kazanım belirsizliği ve sınıf hakimiyetini kaybetme endişesi gibi nedenlerle çekimser kalmaları durumuna (Asal, 2020; Davis vd., 2011; English ve King, 2015; Hacıoğlu vd., 2016; Köken, 2020) açıklık getirmektedir. Çünkü yürütülen çalışma kapsamında sınıf öğretmeni, hem uygulama öncesi hazırlık aşamasında tasarlanan etkinliklerin uygulanabilirliğine ilişkin çalışma ekibine görüş bildirmiş hem de bildirdiği görüşler doğrultusunda düzenlenen etkinliklerin uygulanmasına yönelik kendisine bilgi verilmiştir. Dolayısıyla sınıf öğretmeni tasarım tabanlı araştırmalarda önerildiği gibi teori ve uygulama arasındaki tutarsızlıkların giderilebilmesi amacıyla saha uygulayıcısı olarak çalışma ekibinde rol alan temel bir bileşen olmuştur (Van den Akker vd., 2006).

5.1.3. Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma ve geliştirilme sürecini etkileyebilecek faktörlere ilişkin bulgular

Biyomimikriye dayalı fen öğretim programının uygulanma ve geliştirilme sürecini etkileyebilecek faktörlere ilişkin elde edilen sonuçlardan ilki programın uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşleri olmuştur. Süreç boyunca sınıf öğretmeni işlenen derslerin içerik, yöntem, teknik ve materyaller bağlamında zengin, öğrenciler açısından ilgi çekici, sınıfın yapısına ve düzeyine uygun, fen konuları ile bağlantılı ve materyal bağlamında maliyetsiz olduğunu dile getirerek kendi sınıfının yanı sıra farklı sınıflarda da rahat bir şekilde uygulanabileceğini ifade etmiştir. Bu süreçte kendi açısından uygulanabilirliği artıran faktörleri ise planlardaki yönergelerin açıklığı ve netliği, etkinliklerin plan içindeki akışı ve niteliği, sürecin heyecan verici ve eğlenceli olması ile açıklamıştır. Uygulanabilirliğe ilişkin öğretmen görüşlerini yansıtan bu durumun, tasarım tabanlı araştırmalarda önerildiği gibi alan uzmanları ve uygulayıcıların iş birlikli çalışmalarının bir ürünü olduğu düşünülmektedir (Van den Akker vd., 2006). Çünkü hazırlık sürecinde sınıf öğretmeni tasarlanan etkinliklerin kendi sınıfında oluşturabileceği etkileşimleri göz önünde bulundurarak olası aksaklıklara ilişkin ekip üyelerini bilgilendirirken; uygulama sürecinde de araştırmacıya bilgi vererek programa dair yapılan düzenlemelere katkıda bulunmuştur. Nitekim Hacıoğlu vd. (2016)'nin çalışmasında da ilkokul ve ortaokul öğretmenlerinin mühendislik-tasarım temelli faaliyetleri sınıf ortamında uygulatabilmeleri için fen öğretim programında uyarlamaların yapılması, uzmanlarla öğretmenlerin iş birliği içinde çalışması, materyal desteğinin sağlanması, ders sürelerinin ve fiziki koşulların düzenlenmesi gibi önerilerde bulunmaları bu durumu destekler niteliktedir. Dolayısıyla çalışmadan elde edilen sonuçlar, öğretim programlarındaki kazanım belirsizliğine karşın öğretmenlerin çekimser kalmaları sorununa yönelik iş birlikli tasarım sürecinin çözüm sağlayabileceğini göstermektedir (Asal, 2020; English ve King, 2015; Hacıoğlu vd., 2016; Van den Akker vd., 2006).

Programın uygulanma ve geliştirilme aşamasına yönelik katılımcıların süreci etkileyebilecek faktörlere ilişkin de görüş bildirdikleri görülmüştür. Buna dair bulgular; sınıf mevcudu ve fiziki koşullar, sınıf içi dinamikler ve arkadaşlık ilişkileri, sınav takvimi ve okulun işleyişi olmak üzere üç temel başlık altında toplanmıştır. Sınıf mevcudu ve fiziki koşullara ilişkin katılımcılar, sınıfın kalabalıklığı, alan darlığı ve teknolojik

donanım ihtiyacı gibi unsurlara değinmişlerdir. Ders sürecinde öğrencilerden bazıları sınıfın kalabalık oluşu ve gösterilen katılım isteği nedeniyle söz hakkı alamadıklarını belirtirken; sınıf öğretmeni de alan darlığı ve öğrenci sayısının fazlalığı nedeniyle tasarım sürecinde kontrolün zorlaştığını ifade etmiştir. Benzer bir durum mühendislik-tasarım temelli faaliyetlerin geleneksel sınıf ortamlarında yürütüldüğü farklı çalışmalarda da gözlemlenmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Gencer vd., 2021). Örneğin Aydın ve Kaptan, (2023)'ın çalışmalarında bazı öğrenciler sınıfta oluşan gürültü, alan darlığı ve materyal yetersizliği gibi nedenlerle fikirlerini tasarıma dönüştürme konusunda zorlanabildiklerini belirtmiş; materyal erişiminin daha kolay sağlanabileceği ve gruplar arası etkileşimin daha rahat kurulabileceği alanlara (laboratuvar vb.) ihtiyaç duyduklarını dile getirmişlerdir. Bu çalışmada da bazı katılımcılar özellikle tasarım sürecinde benzer ifadelerde bulunmuşlardır. Buna dair araştırmacı ve sınıf öğretmenin geliştirdiği çözüm ise tasarım haftalarında birkaç veliden destek alınması olmuştur. Nitekim sınıf annesinin çağrıldığı tasarım haftasında sorunun büyük ölçüde giderilmesi, kalabalık sınıflarda birkaç velinin desteğiyle uygulamaya dönük faaliyetlerin daha rahat yürütülebileceğini göstermektedir. Ancak yapılan çalışmanın belirli bir sınıf bağlamında ve kontrollü bir şekilde yürütüldüğü düşünüldüğünde daha geniş bağlamlara yönelik çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Çünkü özellikle sosyoekonomik ve kültürel bakımdan dezavantajlı olan bölgelerde veli farkındalığı ve desteği, teknolojik donanım yeterliği, çalışma alanı ve materyal erişimi gibi imkânlar beklendiğinden çok daha sınırlı düzeyde kalabilmektedir (Davis vd., 2011). Bu durum ise tasarım temelli faaliyetlerin sınıf ortamında yürütülmesine önemli ölçüde engel olabilmektedir (Asal, 2020; Hacıoğlu vd., 2016; Köken, 2020). Öğrencilerin tüm yönleri ile gelişimine odaklanan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli incelendiğinde özellikle içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamındaki farklılaştırmaların oldukça ön plana çıktığı görülmektedir (MEB, 2024). Yapılan çalışma bu farklılaştırmaların oldukça etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ancak karşılaşılan sorunlar zaman zaman sınıf öğretmeni ve öğrencilerin motivasyonlarının düşmesine veya bazı öğrencilerin sürece tam olarak katılım sağlayamamasına neden olabilmektedir. Bu durum da öğrencilerin sahip oldukları bireysel yaratıcılığı grup çalışmasına yansıtamamaları veya öğretmen açısından sürdürülebilirliğin zorlaşması ihtimalini doğurmaktadır. Sternberg ve Lubart (1991)'a göre yaratıcılık sürecinde karşılaşılan engeller kişilik özelliklerine bağlı olarak yaratıcılığı besleyebildiği gibi düşmesine de neden olabilmektedir. Bu nedenle farklılaştırılmış eğitim yaklaşımının hedeflendiği

şekilde gerçekleştirilebilmesi için sınıflardaki öğrenci sayılarının azaltılması, okullara materyal ve teknoloji desteğinin sağlanması ve mühendislik-tasarım temelli faaliyetlerin yürütülebilmesi için okullarda teknoloji-tasarım sınıflarının oluşturulması/ yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Programın uygulanabilirliğini etkileyebilecek faktörlere ilişkin elde edilen bulgulardan bir diğeri sınıf içi dinamikler ve arkadaşlık ilişkileri olmuştur. Bu durumun özellikle tasarım haftalarında yapılan grup çalışmalarında kendini gösterdiği gözlemlenmiştir. Öyle ki sınıfta iyi anlaşılan öğrencilerin bir araya denk geldiği bazı gruplarda bu öğrencilerin kendi aralarında yapmış oldukları konuşma ve davranışlardan rahatsız olan diğer öğrenciler, bu durumun grup dinamiğini bozduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan grubunda sevmediği veya iyi anlaşamadığı kişilerin varlığından rahatsız olan bir öğrenci ise o hafta tasarım sürecine katılım isteğinin düştüğünü ifade etmiştir. Benzer durum 5. sınıf öğrencileriyle STEM'e dayalı biyomimikri etkinliklerinin yürütüldüğü Gencer vd. (2020)'nin çalışmalarında da gözlemlenmiştir. İki çalışmanın birbiri ile benzeşen yönü öğrencilerin yaş düzeyi bağlamında birbirlerine yakın olmalarıdır. Üst yaş grupları ile yürütülen araştırmalarda benzer bir durum rapor edilmezken Gencer vd. (2020)'nin çalışmalarında karşılaşılmaması bu yaş grubu için sınıf içi dinamiklerin ve arkadaşlık ilişkilerinin grup çalışmalarında daha önemli bir hale gelmiş olabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan bahsedilen araştırmada yaşanan sorun, öğrencilerin grupla çalışma ve STEM deneyimlerinin olmamasıyla da ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla grupça tasarım üretme sürecini ilk defa deneyimleyen öğrencilerin yer aldığı bu araştırmada da benzer bir durumun geçerli olmuş olabileceği düşünülmektedir. Ancak karşılaşılan soruna ilişkin yürütülen çalışmada ilk olarak gruplar arasında öğrenci değişimleri yapılmış; sonrasında ise grupla çalışma sürecine ilişkin öğrencilerle konuşularak çözümler üretilmiştir. Bu düzenlemelerden sonra öğrencilerin yapılan müdahalelerden memnun kaldıkları görülmüştür.

Programın uygulanabilirliğini etkileyebilecek faktörlere ilişkin elde edilen bulgulardan sonuncusu ise sınav takvimi ve okulun işleyişi olmuştur. Programın tasarım ve sunum süreci, sınav haftalarına denk geldiği için öğrencilerden bazıları sunum hazırlamaya istek göstermelerine rağmen zaman bulmakta zorlandıklarını, sınıf öğretmeni ise tasarım haftalarına normalden daha az yoğunlaşmak zorunda kaldığını ifade etmiştir. Benzer bir durum biyomimikrinin belirli bir fen ünitesi veya konusu ile ilişkilendirildiği tasarıma

dayalı çalışmalarda da gözlenmektedir (Aydın ve Kaptan, 2023; Gencer vd., 2020). Bu çalışmalarda karşılaşılan durum, belirli bir canlıdan yola çıkılarak probleme çözüm üretilmesi, çözüme yönelik ürün geliştirilmesi gibi süreçlerin öğrenciler için zaman alıcı olmasıyla açıklanmıştır. Yürütülen çalışmada ise bahsedilen bu aşamalar tasarlanandan daha erken sürede tamamlanmıştır. Bu nedenle yaşanan zorluğun, görevlerin zaman alıcı olmasından ziyade belirli bir uygulama takvimine bağlı kalınması ve görevlerin sınav takvimi ile çakışması olduğu düşünülmektedir. Çünkü yapılan görüşmelerde sınıf öğretmeni tasarlanan programın, çalışmadan bağımsız ilerlediğinde sınıf koşullarına uygun bir şekilde takvimde düzenlemeler yapılarak daha rahat bir şekilde yürütülebileceğini ifade etmiştir. Ancak yine de yaşanan zorluğun grup içi öğrenci etkileşimlerine ve sürece dayalı öğrenci ve öğretmen motivasyonlarına etkileri göz ardı edilmemelidir. Çünkü öğrencilerden bazıları özellikle ürünleri tasarıma dönüştürme ve sunum haftalarında görev paylaşımına yönelik anlaşmazlıklar yaşayabildiklerini dile getirmişlerdir. Amabile (1983a; 1983b)'a göre öğrenme ortamlarında var olan bu tür dışsal kısıtlayıcılar zaman zaman göreve yönelik içsel motivasyonun düşmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmada araştırmacı, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre sınıf öğretmenine tasarım sürecinde destek olmuş; sunum hazırlamakta zorlanan öğrenciler için ise tasarımları üzerinden anlatım yapabilecekleri belirtilmiştir. Süreç sonunda tüm grupların sunumlarını hazırlayarak geliştirdikleri ürünün tanıtımını yapmaları, zaman sınırlılığına rağmen içsel motivasyonlarının program sonuna kadar devam ettiğini göstermektedir. Ancak gerek öğrenciler gerekse de sınıf öğretmeni için bu durumun bağımsız uygulamalarda sürdürülebilir olması için özellikle programdaki tasarım haftalarının sınav takvimine göre daha esnek yapılandırılması gerekmektedir. Öte yandan güncel düzenlemelerle farklılaştırılmış eğitimin öneminin vurgulandığı Türk eğitim sistemi için (MEB, 2024) ise halihazırda uygulanan sınav temelli ve kısa vadeli öğrenmelere odaklanan ölçme-değerlendirme sisteminde de değişikliklerin yapılması gerektiği düşünülmektedir. Çünkü yaratıcılık üzerine yapılan çalışmalar, öğrenciler üzerindeki zaman baskısının proje ve tasarım temelli görevlerde yaratıcılıklarının düşmesine neden olabildiğini ortaya koymaktadır (Amabile ve Gryskiewicz, 1989; Amer, 2019; Bakırlioğlu, 2012; Boğa, 2013). Yapılan çalışma, bu tür bir ölçme-değerlendirme sistemine rağmen öğrencileri aktif olarak öğrenme sürecine katabilen ve öğretmeni pasifize etmeyen bir programın geliştirilebildiğini göstermektedir. Ancak sahada yer alan katılımcıların uygulanan programdan memnun olmalarına karşın tasarım sürecinde sınav

takvimine dayalı zorluklar yaşamaları, Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde belirlenen hedeflere istenilen düzeyde ulaşılabilmesi için ölçme-değerlendirme sisteminin uzun vadeli öğrenmelere odaklanacak şekilde düzenlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak araştırmada elde edilen bulguların tutarlılığı incelendiğinde sınıf gözlemleri, öğrenci ve öğretmen görüşmeleri, öğrenci günlükleri ve ürünlerinin birbirini desteklediği görülmüştür. Öğrencilerin motivasyon ve yaratıcılık algılarıyla öğretmenin gözlemleri ve ortaya çıkan ürünlerin niteliği arasında uyum olması, sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Ancak araştırmadan elde edilen sonuçlar genel eğitim sistemi için sınırlı bir örnekleme dayanmaktadır. Dolayısıyla belirli bir okulda tek bir sınıfın dahil edildiği bu çalışma, bağlama özgü bir nitelik taşımaktadır. Bu nedenle çalışmadan elde edilen bulguların farklı okullarda ve farklı öğrenci gruplarıyla (özel yetenekli öğrenciler vb.) yapılacak yeni araştırmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

5.2. Öneriler

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular ve tartışmalar doğrultusunda uygulamaya ve gelecek araştırmalara yönelik önerilere yer verilmektedir.

5.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler

- İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programı'na biyomimikrinin entegre edilebileceği kazanımlar eklenebilir.
- Sınıf ortamında biyomimikrinin daha rahat uygulanabilmesi için etkinlik kitabı, kartlar, videolar, deney setleri gibi materyaller geliştirilebilir.
- Tasarım sürecinde daha çok fikrin daha gerçekçi modellerle ürüne dökülebilmesi daha uygun materyal desteği ve daha fazla teknik destek sağlanabilir.
- Okullarda biyomimikrinin yaratıcılığı destekleyecek şekilde mühendislik-tasarım faaliyetleriyle uygulanabilmesi için tasarım sınıfları oluşturularak yaygınlaştırılabilir.
- Okullara mühendislik-tasarım temelli faaliyetler için teknolojik destek ve materyal desteği sağlanabilir.
- Okullarda sınıf mevcutları yaratıcı düşünmeye ve mühendislik-tasarım becerilerine imkân verecek şekilde planlanabilir.
- İlkokul düzeyinde fen konularına ayrılan ders süreleri biyomimikriye dayalı kazanımlara yer verilerek yeniden düzenlenebilir.

- Öğretmen adaylarına biyomimikrinin ve ilişkili yaratıcılık tekniklerinin sınıf ortamında kullanımına yönelik lisans düzeyinde dersler verilebilir.
- Biyomimikriye dayalı tasarım üretme sürecinde sınıfın koşullarına ve ihtiyacına göre velilerle iş birliği yapılabilir.
- Öğrencilerde yapı-fonksiyon ilişkisinin kurulabilmesi amacıyla derste sunulan canlı örneklerinin yanı sıra doğadaki canlıları da kendi ortamında gözlemlmeleri sağlanabilir.
- Programda kullanılan yaratıcılık yöntem ve teknikleri farklı konulara veya derslere uyarlanarak öğrencilere fikir üretme deneyimi kazandırmak amacıyla kullanılabilir.
- Programda geliştirilen ders planları fen konularının öğretimi için tasarım sürecinden bağımsız olarak da uygulanabilir.
- Sınıf öğretmeni, programın uygulama takvimini kendi sınıfının koşullarına göre uyarlayabilir.

5.2.2. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler

- Yapılan çalışmada biyomimikri, “Besinlerimiz”, “Kuvvetin Etkileri” ve Maddenin Özellikleri” olmak üzere üç üniteye entegre edilerek ilkokul 4. sınıf düzeyinde uygulanmıştır. Gelecek araştırmalarda biyomimikrinin daha farklı ünite ve konulara entegrasyonu sağlanarak ilkokul düzeyinde farklı konu içeriklerinde uygulanabilirliği ve öğrencilerin tasarım üretebilme becerileri incelenebilir.
- Yapılan çalışma nitel araştırma yaklaşımına dayalı tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle yürütülmüştür. İlerleyen çalışmalarda biyomimikrinin ilkokul düzeyindeki etkilerine yönelik deneysel veya karma desen araştırmaları yürütülebilir.
- Biyomimikri, disiplinler arası yapısı gereği fen bilimleri dışında başka disiplin alanlarında da kullanılabilen bir yaklaşımdır. Dolayısıyla fen bilimleri dışında farklı dersler için de biyomimikriye dayalı etkinlik ve öğretim programları geliştirilebilir.
- Tasarlanan program, öğrenci sayısı olarak kalabalık bir sınıfta uygulanmıştır. İlerleyen çalışmalarla sınıf mevcudunun daha az olduğu öğrenme ortamlarında program uygulanarak süreci etkileyen faktörler tekrar incelenebilir.

- Biyomimikri yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme gibi farklı üst düzey düşünme becerilerinin kullanımını gerektiren bir yapı sergilemektedir. Bu nedenle ilkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı fen öğretim programının üstün yetenekli öğrenciler üzerindeki etkisinin incelenebileceği araştırmalar yürütülebilir.
- Bu çalışmada biyomimikri yaratıcılık odaklı bir farklılaştırma yaklaşımı olarak ele alınmıştır. İlerleyen araştırmalarda biyomimikrinin eleştirel düşünme, analitik düşünme, değerlendirici düşünme, üst biliş gibi farklı üst düzey düşünme becerileri ile olan ilişkileri incelenebilir.
- Yapılan çalışmada öğrencilerden bazıları uygulanan programı ÜYEP, BİLSEM gibi üstün yetenekli öğrencilere eğitim verilen kurumlardaki öğretim programlarına benzetmişlerdir. Geliştirilen program, öğrencilerin benzerlik kurdukları kurumlarda da uygulanarak etkililiği incelenebilir.
- Yapılan çalışmada programın uzun vadeli etkileri incelenmemiştir. Öğrencilerde öğrenmenin kalıcılığı konusunda ileriye dönük araştırmalar yürütülebilir.
- Programa dahil olan öğrencilerde biyomimikrinin ortaokul, lise, üniversite ve meslek yaşamlarındaki gelişimlerine ve tercihlerine olan etkisi boylamsal çalışmalarla incelenebilir.
- Biyomimikrinin yaratıcılığı geliştirmek üzere öğretim programlarında kullanımına yönelik kültürler arası çalışmalar yürütülebilir.

KAYNAKÇA

- Aktamis, H. ve Ergin, Ö. (2008). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. [Bilimsel süreç becerileri eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına, bilimsel tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi]. *Asia Pacific forum on science learning and teaching*, 9(1), 1-21. https://eduhk.hk/apfslt/download/v9_issue1_files/aktamis.pdf
- Alawad, A. A. and Mahgoub, Y. M. (2014, Şubat 5-7). *The impact of teaching biomimicry to enhanced thinking skills for students of art education in higher education* [Paper presentation]. International Teacher Education Conference. Dubai, UAE. <https://www.researchgate.net/publication/263811050>
- Althen, A. (2015, April 22). The nature of LEED: How natural laws inspire and inform green building. *Leadership in Energy and Environmental Design*. <https://www.usgbc.org/articles/nature-leed-how-natural-laws-inspire-and-inform-green-building>
- Amabile, T. M. (1983a). *The social psychology of creativity*. Springer Science & Business Media.
- Amabile, T. M. (1983b). The social psychology of creativity: A componential conceptualization [Yaratıcılığın sosyal psikolojisi: Bileşensel bir kavramsallaştırma]. *Journal of Personality And Social Psychology*, 45(2), 357-376. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.2.357>
- Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations [Organizasyonlarda yaratıcılık ve inovasyon modeli]. *Research in organizational behavior*, 10(1), 123-167. https://web.mit.edu/curhan/www/docs/Articles/15341_Readings/Group_Performance/Amabile_A_Model_of_CreativityOrg.Beh_v10_pp123-167.pdf
- Amabile, T. M. (2013). Componential theory of creativity. In E. H. Kessler (Ed.), *Encyclopedia of Management Theory* (pp. 134-139). Sage Publications.
- Amabile, T. M. and Gryskiewicz, N. D. (1989). The creative environment scales: Work environment inventory [Yaratıcı çevre ölçekleri: Çalışma ortamı

- envanteri]. *Creativity research journal*, 2(4), 231-253.
<https://doi.org/10.1080/10400418909534321>
- Amer, N. (2019). Biomimetic approach in architectural education: case study of 'biomimicry in architecture' course [Mimarlık eğitiminde biyomimetik yaklaşım: 'mimarlıkta biyomimikri' dersi örneği]. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.11.005>
- Asal, R. (2020). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin ilkökul 4. Sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayın Numarası: 615878) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi
- Ay, D., (2022). Tasarım Temelli Araştırma Yöntemi. İçinde L. Çoruh (Ed.), *Tasarım Okumaları* (ss.102-120), Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını.
- Aydın, B. ve Kaptan, F. (2023). Views of middle school students on the effectiveness of science courses conducted with biomimicry [Ortaokul öğrencilerinin biyomimikri ile yürütülen fen derslerinin etkililiğine ilişkin görüşleri]. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 12(3), 1353-1374.
<https://doi.org/10.15869/itobiad.1257205>
- Ayers Institute, (2022). Synectics. <https://www.edutoolbox.org/rasp/2084>
- Baer, J. (1991). Generality of creativity across performance domains [Performans alanlarında yaratıcılığın genelliği]. *Creativity Research Journal*, 4(1), 23-39.
<https://doi.org/10.1080/10400419109534371>
- Baer, J. (2010). Is creativity domain specific? In J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Eds.), *The Cambridge Handbook of Creativity içinde* (pp. 321-341). New York: Cambridge University Press.
- Baer, J., and Kaufman, J. C. (2005). Bridging generality and specificity: The amusement park theoretical (APT) model of creativity [Genellik ve özellik arasında köprü kurmak: Yaratıcılığın lunapark (APT) modeli]. *Roeper review*, 27(3), 158 163.
<https://doi.org/10.1080/02783190509554310>

- Bakırlıoğlu, Y. (2012). *Biomimicry for sustainability: an educational project in sustainable product design* (Yayın Numarası: 313756) [Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Barber, J. P. and Walczak, K. K. (2009, April 13-17). *Conscience and critic: Peer debriefing strategies in grounded theory research*. [Paper Presentation]. Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Diego, CA, United States.
- Barron, F. and Harrington, D. M. (1981). Creativity, intelligence, and personality [Yaratıcılık, zeka ve kişilik]. *Annual review of psychology*. 32, 439-476.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ps.32.020181.002255>
- Batey, M., and Furnham, A. (2006). Creativity, intelligence, and personality: A critical review of the scattered literature [Yaratıcılık, zekâ ve kişilik: Dağınık literatürün eleştirel bir incelemesi]. *Genetic, social, and general psychology monographs*, 132(4), 355-429. <https://doi.org/10.3200/MONO.132.4.355-430>
- Baumeister, D., R. Tocke, J. Dwyer, S. Ritter, and J. Benyus. (2013). *Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Best Practices*. (3rd ed.) Missoula, Montana: Biomimicry.
- Beghetto, R. A. (2019). Structured uncertainty: How creativity thrives under constraints and uncertainty. In C. A. Mullen (Ed.), *Creativity under duress in education? Resistive theories, practices, and actions* (Volume 3., pp. 27-40). Cham: Springer International Publishing.
- Beghetto, R. A. and Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity [Yaratıcılığın daha geniş bir anlayışına doğru: "Mini c" yaratıcılığına dair bir örnek]. *Psychology of aesthetics, creativity, and the arts*, 1(2), 73. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/1931-3896.1.2.73>
- Beghetto, R. A. and Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity [Yaratıcılık için sınıf bağlamları]. *High ability studies*, 25(1), 53-69.
<https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: Harper Collins Publishers.

- Biomimicry Institute. (2010). *Biomimicry: Nature as model, measure, and mentor Cloud institute for sustainability education*. AskNature. <https://asknature.org/resource/biomimicry-nature-as-model-measure-and-mentor/>
- Biomimicry Institute. (2021a). *The biomimicry design process*. Biomimicry Toolbox. <https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>
- Biomimicry Institute. (2021b). *What is design?*. Biomimicry Toolbox. <https://toolbox.biomimicry.org/introduction/design/>
- Biomimicry Institute. (2021c). *Nature's Unifying Patterns*. Biomimicry Toolbox. <https://toolbox.biomimicry.org/core-concepts/natures-unifying-patterns/>
- Biomimicry Institute. (2017). *Sharing biomimicry with young people: An orientation for k-12 teachers*. Asknature. <https://asknature.org/resource/sharing-biomimicry-with-young-people/>
- Biomimicry 3.8. (2015). *Biomimicry designlens: A visual guide*. Biomimicry.net. <https://asknature.org/resource/sharing-biomimicry-with-young-people/>
- Boğa, M. (2013). *Tasarımda doğal analogi: Endüstri ürünleri tasarımı öğrencilerinin yaklaşımı üzerine bir çalışma* (Yayın Numarası: 350654) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Boulet, G. (2009). *Rapid prototyping: An efficient way to collaboratively design and develop e-learning content*. Navy e-learning center of Excellence http://guyboulet.net/wp/wpcontent/uploads/2012/02/Rapid_prototyping.pdf
- Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings [Tasarım deneyleri: Sınıf ortamlarında karmaşık müdahaleler oluşturmada teorik ve metodolojik zorluklar]. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (19. Basım). Pegem.

- Camm, B. (2012, May 7). *Instructional Design and Rapid Prototyping: Rising from the Ashes of ADDIE*. Dashe & Thompson. <https://www.dashe.com/blog/elearning/instructional-design-prototyping-addie/>
- Canbazoglu Bilici, S., Kùpeli, M. A., ve Guzey, S. S. (2021). Inspired by nature: an engineering design-based biomimicry activity [Doğadan ilham aldık: mühendislik tasarımına dayalı bir biyomimikri etkinliği]. *Science Activities*, 58(2), 77-88. https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00368121.2021.1918049?casa_to ken=eQXnKqsV8PUAAAAA:dPmWu03ir9JJNOZGE_KUC3ncWm4EcglNTS TdJ7HCLTmA_EbGDTMs_57oxV6oskqoopa8Db2xGoeqvA
- Carson, S. H., Peterson, J. B. and Higgins, D. M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire [Yaratıcı başarı anketinin güvenilirliği, geçerliliği ve faktör yapısı]. *Creativity research journal*, 17(1), 37 50. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701_4
- Cattano, C., Nikou, T. and Klotz, L. (2011). Teaching systems thinking and biomimicry to civil engineering students [İnşaat mühendisliği öğrencilerine sistem düşünce si ve biyomimikriyi öğretmek]. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), 176-182. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000061](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000061)
- Choi, H. H. and Kim, M. J. (2017). The effects of analogical and metaphorical reasoning on design thinking [Analojik ve metaforik akıl yürütmenin tasarım odaklı düşünme üzerindeki etkileri]. *Thinking skills and Creativity*, 23, 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.11.004>
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R. and Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research [Eğitim araştırmalarında tasarım deneyleri]. *Educational researcher*, 32(1), 9-13. <https://www.jstor.org/stable/3699928>
- Colletti, L., Krik, S., Lugli, P. and Corni, F. (2023). Teaching and investigating on modelling through analogy in primary school [İlkokulda analogi yoluyla modellemenin öğretilmesi ve araştırılması]. *Education Sciences*, 13(9), 872. <https://doi.org/10.3390/educsci13090872>

- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon and T. O'Shea (Ed.), *New directions in educational technology* (pp.15–22). Berlin: Springer.
- Çoban, M., (2019). *Integration of biomimicry into science education* (Yayın Numarası: 603813) [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Çoban, M., and Coştu, B. (2021). Integration of biomimicry into science education: biomimicry teaching approach [Biyomimikrinin fen eğitimine entegrasyonu: biyomimikri öğretim yaklaşımı]. *Journal of Biological Education*, 57(1), 1-25.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1877783>
- Cortese, A. D. (2003). The critical role of higher education in creating a sustainable future [Sürdürülebilir bir gelecek yaratmada lise eğitiminin kritik rolü]. *Planning for higher education*, 31(3), 15-22.
https://oneplanetfellows.pbworks.com/f/CriticalRoleHigherEdSustainableFuture_Cortese.pdf
- Creswell, J. W. (2013). *Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları*. (S. B. Demir, Çev.; 3. Basım). Eğiten Kitap. (Orijinal yayın tarihi 2002)
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York, NY: Harper/Collins
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 313-335). Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (2014). Society, Culture, and Person: A Systems View of Creativity. In M. Csikszentmihalyi (Ed.) *The systems model of creativity* (pp. 47 60). Springer.
- Davis, G. A., Rimm, S. B. and Siegle, D. (2011). *Education of the gifted and talented* (6th ed.). Pearson Education Inc.
- Duffy, B. (2006). *Supporting creativity and imagination in the early years*. McGraw-Hill.
- Ekiz, D. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (3. Basım). Anı Yayıncılık.
- Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Open Universty Press: Milton Keynes.

- English, L. D., and King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth grade students' investigations in aerospace [Mühendislik tasarımıyla STEM öğrenimi: Dördüncü sınıf öğrencilerinin havacılık alanındaki araştırmaları]. *International journal of stem education*, 2(14), 1-18.
<https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Ergül, A. (2023). Analojik Akıl Yürütmenin Biyomimikri ile Desteklenmesi: Doğa ile Öğrenen Çocuklar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(2), 879-904.
<https://doi.org/10.37217/tebd.1161851>
- Ersanlı, C. C. (2016, Mayıs 18-20). *The significance and place of biomimicry data in physics education*. [Symposium presentation]. 5th International Vocational Schools Symposium, Prizren, Kosovo.
- Ersanlı, E. T. ve Ersanlı, C. C. (2023). Biomimicry: Journey to the Future with the Power of Nature [Biyomimikri: Doğanın Gücüyle Geleceğe Yolculuk]. *International Scientific and Vocational Studies Journal*, 7(2), 149-160.
<https://doi.org/10.47897/bilmes.1388402>
- Eysenck, H. J. (1993). Creativity and personality: Suggestions for a theory [Yaratıcılık ve kişilik: Bir teori için öneriler]. *Psychological Inquiry*, 4(3), 147-178.
https://doi.org/10.1207/s15327965pli0403_1
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. and Hyun, H.H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. (8th ed.). McGraw-Hill.
- Fraser, D. F. (2003). From the playful to the profound: What metaphors tell us about gifted children [Eğlenceli olandan derin olana: Metaforlar bize üstün yetenekli çocuklar hakkında neler söylüyor?]. *Roeper Review*, 25(4), 180-184.
<https://doi.org/10.1080/02783190309554226>
- Fratzl, P. (2007). Biomimetric materials research: what can we really learn from nature's structural materials? [Biyomimetrik malzeme araştırması: Doğanın yapısal malzemelerinden gerçekten ne öğrenebiliriz?]. *Journal of the Royal Society Interface*. 4(15), 637-642.
<https://doi.org/10.1098/rsif.2007.0218>

- Gardner, G. E. (2012). Using biomimicry to engage students in a design-based learning activity [Öğrencileri tasarım temelli bir öğrenme etkinliğine dahil etmek için biyomimikriyi kullanmak]. *The American Biology Teacher*, 74(3), 182-184.
<https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.3.10>
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind*. Basic Books.
- Gencer, A. S., H. Dogan, and K. Bilen. (2020). Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms [Organizmalarda yapı ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi sorgulayarak biyomimikri STEM aktivitesinin geliştirilmesi]. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64–105.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/948249>
- Germann, P. J., and Aram, R. J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence [Veri kaydetme, veriyi analiz etme, sonuç çıkarma ve kanıt sağlama gibi bilimsel süreçlere ilişkin öğrenci performansları]. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 33(7), 773-798.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)10982736\(199609\)33:7%3C773::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)10982736(199609)33:7%3C773::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-K)
- Glesne, C. (2015). *Nitel Araştırmaya Giriş*. (A. Ersoy ve P. Yalçınoglu, Çev.; 5. Basım). Anı Yayıncılık. (Orijinal yayın tarihi 2011)
- Glynn, S. M. (2008). Making science concepts meaningful to students: teaching with analogies. In S. Mikelskis-Seifert & Ringelband, U. (Eds.), *Four decades of research in science education-from curriculum development to quality improvement: From curriculum development to quality improvement*, (pp. 113-125). Waxmann.
- Gordon, W. J. (1972). On being explicit about creative process [Yaratıcı süreç hakkında açık olma konusunda]. *Journal of Creative Behavior*. 6(4), 295-300.
<https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1972.tb00940.x>

- Gordon, W. J. J. and Poze, T. (1980). SES Synectics and gifted education today [SES Synectics ve üstün yeteneklilerin eğitimi bugün]. *Gifted Child Quarterly*, 24(4), 147-151. <https://doi.org/10.1177/001698628002400402>
- Goss, J. (2009). *Biomimicry: Looking to nature for design solutions* (Yayın Numarası: 1476728) [Yüksek lisans tezi, Corcoran College of Art+Design]. ProQuest Dissertations and Thesis Global.
- Gould, J. L. and Gould, C. G. (2012). *Animal architects: Building and the evolution of intelligence*. Basic Books.
- Gravemeijer, K. and Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, M. McKenney, & N. Nieveen (Eds.) *Educational design research* (pp. 17-51). Routledge.
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow [Yaratıcılık: Dün, bugün ve yarın]. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3-14. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1967.tb00002.x>
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(3), 807-830. <https://doi.org/10.14686/buefad.v5i3.5000195411>
- Hallihan, G. M., Cheong, H. and Shu, L. H. (2012, August 12-15). Confirmation and cognitive bias in design cognition. *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* [Paper Presentation]. American Society of Mechanical Engineers, Chicago, IL, USA. https://shulab.mie.utoronto.ca/wpcontent/uploads/pubs/Hallihan_etal_DTM_12.pdf
- Han, K. S. (2003). Domain-specificity of creativity in young children: How quantitative and qualitative data support it [Küçük çocuklarda yaratıcılığın alan özgülüğü: Nicel ve nitel veriler bunu nasıl destekliyor?]. *The journal of creative behavior*, 37(2), 117-142. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2003.tb00829.x>
- Han, K. S. and Marvin, C. (2002). Multiple creativities? Investigating domain-specificity of creativity in young children [Çoklu yaratıcılıklar? Küçük çocuklarda

yaratıcılığın alana özgü olup olmadığının araştırılması]. *Gifted Child Quarterly*, 46(2), 98-109.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/001698620204600203>

Hocevar, D. (1976). Dimensionality of creativity [Yaratıcılığın boyutluluğu]. *Psychological Reports*, 39(3), 869-870.

<https://doi.org/10.2466/pr0.1976.39.3.869>

Hummell, L. (2006). Synectics for creative thinking in technology education [Teknoloji eğitiminde yaratıcı düşünme için sentezler]. *Technology and Engineering Teacher*, 66(3), 22. <https://eric.ed.gov/?id=EJ747942>

Johnson, A. P. (2015). *Eylem araştırması el kitabı* (Y. Uzuner ve M.Ö. Anay, Çev.; 1. Basım). Anı Yayıncılık. (Orijinal yayın tarihi 2012).

Karataş, S. ve Özcan, S. (2010). Yaratıcı düşünme etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine ve proje geliştirmelerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 225-243.

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1493949>

Kaufman, J. C., and Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity [Büyük ve küçükün ötesinde: Yaratıcılığın 4c modeli]. *Review of general psychology*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>

Kaufman, J. C. and Beghetto, R. A. (2023). Where is the when of creativity?: Specifying the temporal dimension of the four Cs of creativity [Yaratıcılığın zamanı nerede?: Yaratıcılığın dört C'sinin zamansal boyutunun belirlenmesi]. *Review of General Psychology*, 27(2), 194-205. <https://doi.org/10.1177/10892680221142803>

Kaufman, J. C., Beghetto, R. A. and Dilley, A. (2016). Understanding creativity in the schools. In A. A. Lipnevich, F. Preckel & R. D. Roberts. (Eds.), *Psychosocial skills and school systems in the 21st century: Theory, research, and practice* (pp. 133-153). Cham: Springer International Publishing.

Kohn, K. P., Underwood, S. M. and Cooper, M. M. (2018). Connecting structure property and structure function relationships across the disciplines of chemistry and biology: Exploring student perceptions [Kimya ve biyoloji disiplinleri

arasında yapı özelliği ve yapı fonksiyon ilişkilerinin bağlanması: Öğrenci algılarının araştırılması]. *CBE—Life Sciences Education*, 17(2), 1-15.
<https://doi.org/10.1187/cbe.18-01-0004>

Köken, O. (2020). *Öğretmenlerin fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarındaki yeterlilikleri, sorunları ve çözüm önerileri* (Yayın Numarası: 644346) [Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=LqSR0A82IHUam2vD0ggjoQ&no=IFKqGohd_ZnyR1sIg92rKw

Kuday, I. (2009). *Tasarım sürecini destekleyici faktör olarak biyomimikri kavramının incelenmesi* (Yayın Numarası: 256612) [Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Kuzu, A., Çankaya, S. ve Mısırlı, Z. A. Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 1(1), 19-35.

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/17509>

Küçüküturan, G. (2003). “Okulöncesi fen öğretiminde bir teknik”: Analoji. *Milli Eğitim Dergisi*, 157, 9-15.

https://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/157/kucukuturan.htm

Lubart, T. I. (1999). Componential models. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Ed.), *Encyclopedia of creativity* (pp. 295-300). Academic Press.

MacKinnon, D. W. (1966). What makes a person creative? [Kişiyi ne yaratıcı yapar?]. *Theory into practice*, 5(4), 151-156.

<https://doi.org/10.1080/00405846609542017>

Macnab, M. 2012. *Design by nature: Using universal forms and principles in design*. New Riders.

McCandliss, B. D., Kalchman, M. and Bryant, P. (2003). Design experiments and laboratory approaches to learning: Steps toward collaborative Exchange [Tasarım deneyleri ve öğrenmeye yönelik laboratuvar yaklaşımları: İşbirlikçi değişime doğru adımlar]. *Educational Researcher*, 32(1), 14-16.

https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3102/0013189X032001014?casa_token=AR7LKLgzlKsAAAAA:yzCO5u9XEXMzKLiGT3DLmWPGKwqtpXy0rjFNJWaqS9vL4Bk5y6jrGNw6jf0Be2VAPJjWPPu9kQmKVQ

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Yayınları.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni. MEB.

Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process [Yaratıcı sürecin çağrışımsal temelleri]. *Psychological review*, 69(3), 220.

<https://doi.org/10.1037/h0048850>

Mirici, S., Tanalp, T. D., Tüysüz, M. ve Tüzün, Ü. N. (2021). An Enrichment Implementation in the Education of Gifted Students: Biomimicry with the Macro, Micro, and Sub-Micro Nature of Freshwater Creatures [Üstün Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Zenginleştirme Uygulaması: Tatlı Su Canlılarının Makro, Mikro ve Alt-Mikro Doğasıyla Biyomimikri]. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8(2), 604-621.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1294315.pdf>

Mirzaie, R. A., Hamidi, F. and Anaraki, A. (2009). A study on the effect of science activities on fostering creativity in preschool children [Okul öncesi çocuklarında fen etkinliklerinin yaratıcılığı geliştirmeye olan etkisi üzerine bir araştırma]. *Journal of Turkish science education*, 6(3), 81-90.

<https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/127>

Moriarty, S. E. and Robbs, B. A. (1999). Advertising, In M.A. Runco & S.R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (pp. 23-30). San Diego, Academic Press.

Nakiboğlu, M. (2003). Kuramdan uygulamaya beyin fırtınası yöntemi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(3), 341-351.

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/256448>

- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- Ngo, P. (2014). *Surveying trends in analogy-inspired product innovation* [Yüksek lisans tezi, Georgia Institute of Technology]. GT Library
- <https://repository.gatech.edu/server/api/core/bitstreams/90a26d13-7907-4232-89e4-9b3f95806f0a/content>
- NGSS Lead States. (2013a). *Next generation science standards: For states by states*. The National Academies Press. <https://www.nextgenscience.org/search-standards>
- NGSS Lead States. (2013b). *Next generation science standards: For states by states* (2nd ed.) *Appendixes*. The National Academies Press.
- <https://www.nextgenscience.org/resources/ngss-appendices>
- Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination: Principle and procedures of creative problem solving*. Charles Scribner's Sons.
- Özdoğan, M. (2015). *Biyosüreç: doğadan ilham alan tasarım süreçleri için sistematik bir yöntem önerisi ve uygulaması* (Yayın Numarası: 425735) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Padilla, M. J. (1990). The science process skills [Bilimsel süreç becerileri]. *Research matters-to the science Teacher*, 9004, 1-4.
- <http://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev.; 3. Basım). Anı Yayıncılık. (Orijinal yayın tarihi 2002)
- Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.) *An introduction to educational design research*. (pp. 9-36). Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/14472302/Introduction_20to_20education_20design_20research.pdf

- Plucker, J. A. (1998). Beware of Simple Conclusions: The Case for Content Generality of Creativity [Basit Sonuçlara Dikkat: Yaratıcılığın İçerik Genelliği Savunusu]. *Creativity Research Journal*, 11(2), 179-182. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1102_8
- Plucker, J. A. and Beghetto, R. A. (2004). Why creativity is domain general, why it looks domain specific, and why the distinction does not matter. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko & J. L. Singer (Ed.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 53–167). Washington, DC: American Psychological Association.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A. and Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research [Yaratıcılık neden eğitim psikologları için daha önemli değil? Yaratıcılık araştırmalarındaki potansiyeller, tuzaklar ve gelecekteki yönler]. *Educational psychologist*, 39(2), 83-96. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1
- Rawlinson, J. G. (2017). *Creative thinking and brainstorming*. Routledge.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity [Yaratıcılığın analizi]. *The Phi delta kappan*, 42(7), 305-310. <http://www.jstor.org/stable/20342603>.
- Rothenberg, A. (1994). *Creativity and madness: New findings and old stereotypes*. Johns Hopkins University Press.
- Runco, M. A. (1987). The generality of creative performance in gifted and nongifted children [Üstün zekâlı ve üstün zekâlı olmayan çocuklarda yaratıcı performansın genel durumu]. *Gifted Child Quarterly*, 31(3), 121-125. <https://doi.org/10.1177/001698628703100306>
- Runco, M. A. (1989). The creativity of children's art [Çocuk sanatının yaratıcılığı]. *Child Study Journal*, 19(3), 177-189.
- Runco, M. A. (2004). Creativity [Yaratıcılık]. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141502>
- Runco, M. A. (2014). *Creativity theories and themes: Research, development and practice* (2nd ed.). Academic Press.

- Sak, U. (2014). *Yaratıcılık: Gelişimi ve geliştirilmesi*. Vize Yayıncılık.
- Shahda, M., Elmokadem, A. A. E. and Abd Elhafeez, M. M. (2014). Biomimicry levels as an approach to the architectural sustainability [Mimari sürdürülebilirliğe bir yaklaşım olarak biyomimikri düzeyleri]. *Port Said Engineering Research Journal*, 18(2), 117-125. <https://doi.org/10.21608/pserj.2014.45298>
- 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 [Saha tabanlı bir biyomimikri çalışması, öğrencilerin dünyanın altıncı yok oluşu sırasında biyoçeşitlilik, biçim ve işlev ile türlerin korunması arasındaki bağlantıları keşfetmelerine yardımcı oluyor]. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 679-690. <https://doi.org/10.5408/13-095.1>
- Staples, H. (2005). *The integration of biomimicry as a solution-oriented approach to the environmental science curriculum for high school students*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dominican University of California
- Sternberg, R. J., Ferrari, M., Clinkenbeard, P. and Grigorenko, E. L. (1996). Identification, instruction, and assessment of gifted children: A construct validation of a triarchic model [Üstün yetenekli çocukların tanınması, eğitimi ve değerlendirilmesi: Üçlü bir modelin yapı doğrulaması]. *Gifted Child Quarterly*, 40(3), 129-137. <https://doi.org/10.1177/001698629604000303>
- Sternberg, R. J. and Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development [Yaratıcılığın yatırım teorisi ve gelişimi]. *Human development*, 34(1), 1-31. <https://doi.org/10.1159/000277029>
- Sternberg, R. J. and Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity [Yaratıcılığa yatırım yapmak]. *American Psychologist*, 51(7), 677-688. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.51.7.677>
- Sternberg, R. J. and Lubart, T. I. (1999). Creativity and intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 3-15). Cambridge University Press.

- Sternberg, R. J. and O'Hara, L. A. (1999). Creativity and intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp.251-272). Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., O'Hara, L. A. and Lubart, T. I. (1997). Creativity as investment [Yatırım olarak yaratıcılık]. *California Management Review*, 40(1), 8-21.
- <https://www.proquest.com/scholarly-journals/creativity-as-investment/docview/216149005/se-2?accountid=7181>
- Stevens, L., Kopnina, H., Mulder, K. and De Vries, M. (2021). Biomimicry design thinking education: A base-line exercise in preconceptions of biological analogies [Biyomimikri tasarım düşünme eğitimi: Biyolojik analogilere ilişkin önyargıların temel düzeyde incelenmesi]. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 797-814. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09574-1>
- Stringer, E. (2008). *Action research in education*. New Jersey: Pearson.
- Sumrall, W. J., Sumrall, K. M. and Robinson, H. A. (2018). Using biomimicry to meet NGSS in the lower grades [Alt sınıflarda NGSS'yi karşılamak için biyomimikriyi kullanmak]. *Science Activities*, 55(3-4), 115-126.
- <https://doi.org/10.1080/00368121.2018.1563041>
- Suratno, Komaria, N., Yushardi, Dafik and Wicaksono, I. (2019). The effect of using synectics model on creative thinking and metacognition skills of junior high school students [Sinektik kullanımının ortaokul öğrencilerinin yaratıcı düşünme ve üstbilis becerilerine etkisi]. *International Journal of Instruction*, 12(3), 133-150. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.1239a>
- Tank, K., Moore, T. and Strant, M. (2015). Nature as inspiration [İlham kaynağı olarak doğa]. *Science and Children*, 53(2), 72-78.
- <https://www.proquest.com/docview/1720442696?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Tavsan, C., Tavsan, F. ve Sonmez, E. (2015). Biomimicry in architectural design education [Mimarlık tasarım eğitiminde biyomimikri]. *Procedia-social and behavioral sciences*, 182, 489-496. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.832>

- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nd ed). Ascd.
- Tomlinson, C. A. and Jarvis, J. M. (2009). Differentiation: Making curriculum work for all students through responsive planning & instruction. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert & C. A. Little (Ed.). *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (2nd ed., pp. 599-628). Routledge.
- Treffinger, D. J. (1998). From gifted education to programming for talent development. *Phi Delta Kappan*, 79(10), 752-755.
- <https://www.proquest.com/scholarly-journals/gifted-education-programming-talent-development/docview/218539721/se-2?accountid=7181>
- Tripp, S. D. and Bichelmeyer, B. (1990). Rapid prototyping: An alternative instructional design strategy [Hızlı prototip oluşturma: Alternatif bir öğretim tasarımı stratejisi]. *Educational technology research and development*, 38(1), 31-44.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02298246>
- Tsai, M. N., Liao, Y. F., Chang, Y. L. and Chen, H. C. (2020). A brainstorming flipped classroom approach for improving students' learning performance, motivation, teacher-student interaction and creativity in a civics education class. [Vatandaşlık eğitimi dersinde öğrencilerin öğrenme performansını, motivasyonunu, öğretmen öğrenci etkileşimini ve yaratıcılığını geliştirmek için tersine beyin fırtınası sınıf yaklaşımı]. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100747.
- <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100747>
- Uyanık-Balat, G., ve Çiftçi, A., (2018). Erken çocukluk döneminde fen eğitimi ve önemi. İçinde B. Akman, G. Uyanık Balat ve T. G. Yıldız (Ed.), Erken çocukluk döneminde fen eğitimi (ss. 1-22). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Uyanık-Balat, G., ve Önkol, L., (2019). Erken çocukluk döneminde fen eğitimi öğretim yöntemleri. İçinde B. Akman, G. Uyanık-Balat ve T. Güler-Yıldız (Ed.), *Erken çocukluk döneminde fen eğitimi* (s. 99-132). Pegem Akademi.

- Uygun, D. (2017). *Yaratıcı zıt düşünme tekniğinin 7. Sınıf öğrencilerinin yaratıcılığı üzerindeki etkisine ilişkin bir çalışma* (Yayın Numarası: 458643) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Uzuner, Y. (2005). Özel eğitimden örneklerle eylem araştırmaları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 6(02), 1-13.
https://doi.org/10.1501/Ozlegt_0000000092
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. and Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, M. McKenney, & N. Nieveen (Eds.) *Educational design research* (pp. 3-7). Routledge.
- Volstad, N. L. and Boks, C. (2008, August 21-23). *Biomimicry—a useful tool for the industrial designer?* [Conference Presentation]. Proceedings of NordDesign 2008 Conference Tallinn, Estonia.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. Harcourt, Brace.
- Walker, C., Ethington, R. L. and Stark, A. Y. (2016). Who is your champion? [Şampiyonunuz kim?]. *Science and Children*, 53(9), 39-45.
https://www.researchgate.net/publication/304498701_Who_Is_Your_Champion_A_close_look_at_how_plant_and_animal_structures_can_help_solve_a_problem
- Wang, F. and Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments [Tasarıma dayalı araştırma ve teknolojiyle geliştirilmiş öğrenme ortamları]. *Educational technology research and development*, 53(4), 5-23. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02504682.pdf>
- Yakışan, M. ve Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 727-753.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/777387>
- Yeung, J. and Bautista, A. (2024). Definitions of creativity by kindergarten stakeholders: An interview study based on Rhodes' 4P model [Anaokulu paydaşları tarafından

yaratıcılık tanımları: Rhodes'un 4P modeline dayalı bir görüşme çalışması]. *Creativity: Theories-Research Applications*, 11(2), 1-19.
<https://doi.org/10.2478/ctra-2024-0008>

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Basım). Seçkin yayıncılık.

Yıldırım, B. (2019). The opinions of pre-service science teachers about biomimicry practices in STEM education [Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına ilişkin görüşleri]. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 39(1), 63-90.

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/674310>

Ziegler, A. and Stoeger, H. (2023). Talent denied: Equity and excellence gaps in STEMM [Reddedilen yetenek: STEMM'de eşitlik ve mükemmellik boşlukları]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1530(1), 32-45.
<https://doi.org/10.1111/nyas.15083>

Zhang, L. F. and Sternberg, R. J. (2011). Revisiting the investment theory of creativity [Yaratıcılığın yatırım teorisini yeniden ele almak]. *Creativity Research Journal*, 23(3), 229-238. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.595974>

Zhu, C., and Klapwijk, R. M. (2022). Scaffolding pupils' spatial thinking through design: A biomimicry project for the primary classroom [Tasarım yoluyla öğrencilerin mekânsal düşünme becerilerinin desteklenmesi: İlkokul sınıfı için bir biyomimikri projesi]. *PATT* 39, 142-153.
http://pure.tudelft.nl/ws/files/146476921/Paper_Klapwijk.pdf

EK-1. Ürün Değerlendirmesinde Kullanılan Ölçütler

Ürün Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Kısmen	Hayır
Geliştirilen ürünün özellikleri daha az enerji harcanmasına yardımcı olur.			
Geliştirilen ürün yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanır.			
Geliştirilen kullanılırken veya hareket ederken doğayı kirletmeyen malzemeler kullanılır.			
Geliştirilen ürün çalışırken veya kullanılırken kendisinin ve yapılarının şekli önemlidir.			
Geliştirilen ürün kullanılacağı çevre koşullarına uygun şekilde tasarlanmıştır.			
Geliştirilen üründe çevrede yaygın bulunan kaynaklar kullanılmaktadır.			
Geliştirilen ürün çevresinden aldığı bilgiler ile çalışır.			
Geliştirilen ürün geçmişte icat edilen ürünlerden farklılık göstermektedir.			
Geliştirilen ürün sınıfta üretilen diğer ürünlerden farklılık göstermektedir.			
Geliştirilen ürün bir probleme yönelik kullanışlı bir çözüm önerisi sunmaktadır.			
Geliştirilen ürün hitap ettiği kitleye uygundur.			

EK-2. Öğretmen Gönüllü Katılım Formu

Değerli Meslektaşım,

Bu çalışma, “Biyomimikriye Dayalı Etkinliklerle Fen Eğitimi” başlıklı bir araştırma olup fen bilimleri dersinde biyomimikrinin nasıl kullanılabileceğini ve ne tür etkinliklerin gerçekleştirilebileceğini ortaya koyma amacını taşımaktadır. Çalışma, Arş. Gör. Gözde YILMAZ tarafından yürütülmektedir. Sonuçları ile fen bilimleri dersi için biyomimikriye dayalı yararlanılabilecek etkinlikler ortaya konulması ve okullarda fen eğitiminin gelişimine yönelik katkı sağlanması planlanmaktadır.

- Çalışmanın amacı doğrultusunda, sınıfınızda biyomimikriye dayalı etkinlikler uygulanacak, gözlem ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla sizden veri toplanacaktır.
- Araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler sanal veri depolama yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim.

Araştırmacı Adı: Arş. Gör. Gözde YILMAZ

Adres:

İş Tel:

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza

XXXXXX

EK-3. Öğrenci Gönüllü Katılım Formu

Sevgili Öğrenci,

Bu çalışma, “Biyomimikriye Dayalı Etkinliklerle Fen Eğitimi” başlıklı bir araştırma olup fen bilimleri dersinde biyomimikrinin nasıl kullanılabileceğini ve ne tür etkinliklerin gerçekleştirilebileceğini ortaya koyma amacını taşımaktadır. Çalışma, Arş. Gör. Gözde YILMAZ tarafından yürütülmektedir. Sonuçları ile fen bilimleri dersi için biyomimikriye dayalı yararlanılabilecek etkinliklerin ortaya konulması ve okullarda fen eğitiminin gelişimine yönelik katkı sağlanması planlanmaktadır.

Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.

- Çalışmanın amacı doğrultusunda, gözlem ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- Araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler sanal veri depolama yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz.
- Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim.

Araştırmacı Adı: Arş. Gör. Gözde YILMAZ

Adres:

İş Tel:

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza

XXXXXX

EK-4. Aile İzin Belgesi

Değerli Aile,

Biz Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Özel Yeteneklilerin Eğitimi Anabilim dalında görev yapmaktayız. Fen bilimleri dersinin biyomimikriye dayalı etkinliklerle nasıl işlenebileceğini araştırmaktayız. Araştırma verilerinin elde edilebilmesi için bu derste sınıf içi gözlem ve çocuğunuzla görüşme yapmak istiyoruz. Derste uygulanan tekniğin iyi anlaşılması için video, görüşmede daha iyi veri toplayabilmek için ses kayıt cihazı kullanacağız. Çocuğunuzun video kayıtları ve görüşme sürecinde söyleyeceklerinin tümü gizli kalacaktır. Elde edilen bilgiler, araştırma dışında başka bir amaçla kullanılmayacaktır. Ayrıca, araştırmanın raporlaştırılması sürecinde elde edilen bilgiler yazılırken, çocuğunuzun ismine, okuluna ve sınıfına kesinlikle yer verilmeyecektir. Görüşme, yaklaşık 10-15 dakika sürecektir. Görüşme, çocuğunuza uygun olan saatlerde okulda gerçekleştirilecektir. Araştırmaya katılmak gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çocuğunuzun istediği zaman araştırmadan çekilme hakkı bulunmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, fen bilimleri eğitimi alanına katkı sağlayacaktır. Bu açıdan çocuğunuzun görüşlerinin önemli olduğunu düşünmekteyiz. Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederiz. Eğer çocuğunuzun araştırmaya katılımını destekliyorsanız ve video çekimi ve görüşme yapılmasına izin veriyorsanız bu formu imzalamanız yeterli olacaktır. Araştırmaya ilişkin sormak istediğiniz başka noktalar varsa aşağıda belirtilen numaralardan bizimle iletişim kurabilirsiniz.

Tarih

Öğrenci Adı-Soyadı

Veli Adı-Soyadı

İmza

Araştırmacı

Araştırmacı: Arş. Gör. Gözde YILMAZ

Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi

İş Tel:

Cep Tel:

E-Posta:

EK-5. Öğrenci Görüşme Formu

Sevgili Öğrenci,

Katılım sağlayarak destek verdiğiniz bu çalışma, “Biyomimikriye Dayalı Etkinliklerle Fen Eğitimi” başlıklı bir araştırma olup fen bilimleri dersinde biyomimikrinin nasıl kullanılabileceğini ve ne tür etkinliklerin gerçekleştirilebileceğini ortaya koyma amacını taşımaktadır. Araştırmanın bu amacı doğrultusunda sizden yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve odak grup görüşmeleriyle veri toplanacaktır. Görüşme sırasında veriler, ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır. Görüşme sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz görüşmeden istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Araştırma kapsamında toplanan bu veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır. Katkılarınız için teşekkür ederim.

Araştırmacı Adı: Araş. Gör. Gözde YILMAZ

Adres:

İş Tel:

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabilceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

Katılımcı Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

1. İşlediğiniz derste yapılan etkinlikler hakkında neler düşünüyorsun?
2. Bu etkinlikleri yaparken neler hissettin?
3. Fen dersinin biyomimikriyle işlenmesi hakkında neler söylemek istersin?
4. Bu yöntemle anlatılan ders öğrenmeni nasıl etkiledi?

- Ders sonunda yeni şeyler öğrendiğini düşünüyor musun? Bunlar hakkında neler söylemek istersin?
 - Ders sonunda yeni fikirler üretebildiğini düşünüyor musun? Bunlar hakkında neler söylemek istersin?
5. İşlediğiniz dersten sonra doğaya olan bakış açın hakkında neler söylemek istersin?
 6. İşlediğiniz dersten sonra bilime olan bakış açın hakkında neler söylemek istersin?
 7. İşlenen derslerin günlük yaşantın ile ilişkisini nasıl değerlendirirsin?
 8. İşlenen derslerin gelecek yaşantın ile ilişkisini nasıl değerlendirirsin?
 9. Derste yapılan etkinlikler ile ilgili neler önerirsin?
 10. Genel olarak bir değerlendirme yapmanı istesem bana neler söylersin?
 - Yaptığınız etkinliklerden memnun kaldın mı?
 - Bir daha olsa yapmak ister miydin?
 - Başka arkadaşlarına tavsiye eder miydin?

EK-6. Öğretmen Görüşme Formu

Değerli Meslektaşım,

Katılım sağlayarak destek verdiğiniz bu çalışma, “Biyomimikriye Dayalı Etkinliklerle Fen Eğitimi” başlıklı bir araştırma olup fen bilimleri dersinde biyomimikrinin nasıl kullanılabileceğini ve ne tür etkinliklerin gerçekleştirilebileceğini ortaya koyma amacını taşımaktadır. Araştırmanın bu amacı doğrultusunda son olarak sizden yarı-yapılandırılmış görüşme yapılarak veri toplanacaktır. Görüşme sırasında veriler, ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır. Görüşme sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz görüşmeden istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Araştırma kapsamında toplanan bu veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır. Katkılarınız için teşekkür ederim.

Araştırmacı Adı: Arş. Gör. Gözde YILMAZ

Adres:

İş Tel:

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabilceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

Katılımcı Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Sorular

1. Biyomimikriye dayalı işlediğiniz derste yapılan etkinlikler hakkında neler düşünüyorsunuz?
2. Bu etkinlikleri yaparken kendinizi nasıl hissettiniz?
3. Fen bilimleri dersinin biyomimikriyle işlenmesi hakkında neler söylemek istersiniz?
4. Yapılan etkinlikleri öğrencileriniz açısından nasıl değerlendirirsiniz?

5. Yapılan etkinlikleri kendi açınızdan nasıl değerlendirirsiniz?
- Mesleki açıdan nasıl değerlendirirsiniz?
 - Bireysel açıdan nasıl değerlendirirsiniz?
6. İşlediğiniz dersteki etkinliklerin uygulanabilirliğine ilişkin görüşleriniz nelerdir?
7. Yapılan etkinliklerin avantajları ve dezavantajlarına yönelik düşünceleriniz nelerdir?
8. Derste yapılan etkinliklere ilişkin önerileriniz nelerdir?
9. Genel olarak bir değerlendirme yapmanızı istesem neler söylemek istersiniz?
- Yaptığınız etkinliklerden memnun kaldınız mı?
 - Sınıfınızda bir daha olsa uygulamak ister miydiniz?
 - Başka meslektaşlarınıza tavsiye eder miydiniz?



EK-7. Anadolu Üniversitesi Etik Kurul Araştırma Onayı

Evrak Kayıt Tarihi: 15.11.2021

Protokol No: 215269

Tarih: 30.11.2021



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	BAP Projesi-Doktora Tez Çalışması
KONU:	Eğitim Bilimleri
BAŞLIK:	İlkokul Öğrencilerine Yönelik Biyomimikriye Dayalı Fen Öğretim Programının Geliştirilmesi: Tasarım Tabanlı Araştırma
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Dr. Öğr. Üyesi Bilge BAL SEZEREL
TEZ YAZARI:	Gözde YILMAZ
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu

EK-8. Eskişehir İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzni



ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN

Adı Soyadı	Gözde YILMAZ
Kurumu / Üniversitesi	Anadolu Üniversitesi
Araştırma Yapılacak Eğitim Kurumu ve Kademesi	Eskişehir İline bağlı Resmi İlkokullar
Araştırmanın Konusu	İlkokul Öğrencilerine Yönelik Biyomikriye Dayalı Fen Öğretim Programının Geliştirilmesi
Üniversite / Kurum Onayı	Var
Araştırma / Proje / Ödev / Tez Önerisi	Araştırma Projesi
Veri Toplama Araçları	1. Çalışma Ekibi Gönüllü Katılım Formu (1 Sayfa) 2. Öğrenci Gönüllü Katılım Formu (1 Sayfa) 3. Öğretmen Gönüllü Katılım Formu (1 Sayfa) 4. Aile İzin Belgesi (1 Sayfa) 5. Öğrenci Görüşme Formu (1 Sayfa) 6. Öğretmen Görüşme Formu (2 Sayfa) 7. Öğretmen Gözlem Kontrol Listesi (1 Sayfa)
Görüş İstenecek Birimler	-

KOMİSYON GÖRÜŞÜ

İlgi: Milli Eğitim Bakanlığının 21.01.2020 tarih ve 81576613 sayılı 2020/2 Nolu Genelge Kapsamında Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri Genelgesi. Genelgenin ilgili maddeleri gereğince yapılan incelemede 2021–2022 öğretim yılını aksatmayacak şekilde uygulanmasında sakınca yoktur.		
Komisyon Kararı	KABUL (oy birliği ile)	
(Varsa) Muhalif Üyenin	Adı ve Soyadı	Gerekçesi :

KOMİSYON

24/02/2022

ANKET VE ARAŞTIRMA İZİN KOMİSYONU ARAŞTIRMA ÖN İNCELEME FORMU

Adı Soyadı : Gözde YILMAZ

Kurumu : Anadolu Üniversitesi

Konu : İlkokul Öğrencilerine Yönelik Biyomikriye Dayalı Fen Öğretim Programının Geliştirilmesi

Tarih : 24.02.2022

MEB 21.01.2020 tarih ve 81576613 sayılı 2020/2 Nolu Genelge Kapsamında Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinlerinde Dikkat Edilecek Hususlar	Uygun	Uygun Değil	Açıklama
Anayasa, Millî Eğitim Temel Kanunu ve Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçlarına uygunluğu,	X		
Millî ve manevi değerlere uygunluğu,	X		
Kişilik haklarına uygunluğu (kişisel bilgiler istenilmemeli, ad-soyad vb.),	X		
Cinsiyet, din, dil ve ırk gibi farklılıkları istismar etmeme durumu,	X		
İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi ve uluslararası bağlayıcılığı olan diğer belgelerce suç kabul edilen hususları içermemesi,	X		
Kişisel ve ailevi mahremiyetini ifşa eden sorular, ifadeler, resimler ve simgeler yer almaması,	X		
Veri toplama araçlarında kişi, kurum ve kuruluşlara yönelik reklâm veya tanıtım gibi ifade ve öğeler yer almaması,	X		
Araştırma önerisi ile veri toplama araçlarının tamamının idareye sunulması,	X		
Araştırma, veri toplama araçlarının okul ve kurumlarda uygulanması, eğitim-öğretim faaliyetini aksatmaması için ilk ve ikinci yarıyılın bitimine en az üç hafta kalıncaya kadar yapılması,	X		
Uygulamanın sadece Eskişehir ilinde yapılmasıdır.	X		

EK-9. 1. Dönem-4. Ders Planı; Organizmalar ile Yapılan İcatlar Arasında Bağ Kurma-
Beyin Fırtınası

Dersin Adı: Fen Bilimleri

Sınıf: 4

Süre: 40'+40'

Ünite/ Konu: Kuvvetin etkileri/ Kuvvetin hızlandırıcı ve yavaşlatıcı etkisi

Yöntem ve Teknik: Beyin fırtınası, soru-cevap, deney

Materyal: Projeksiyon, kilit poşet, leğen, su, çalışma kâğıdı, deney föyü

Kazanım:

- Doğadaki canlıların yapıları ile kuvvetin etkilerini ilişkilendirir.
- Canlılar ile geliştirilen icatlar arasında ilişki kurar.
- Kuvvetin cisimlere hareket kazandırmasına yönelik deneyler yapar.

1. GİRİŞ

Dikkat Çekme	Öğrencilere slaytta bulunan pelikan fotoğrafı gösterilerek “Sizce bu canlıdan ilham alınarak ne tür icatlar geliştirilmiş olabilir?” sorusu yöneltilir.
Gözden geçirme	Soru öğrenciler tarafından anlaşıldıktan sonra beyin fırtınası tekniğine geçilir.
Güdüleme	Öğrencilerden mümkün olduğunca çok fikir üretmeleri istenir.
Derse Geçiş	Öğrencilerin ürettikleri fikirleri paylaşımları için <u>her birine</u> söz hakkı verilir. Fikirlerini komik veya saçma olduğunu düşünmeden söyleyebilmeleri için konuşmaya teşvik edilir.

2. GELİŞME

- Söylenen fikirlerin her biri tahtaya not edilir.
- Fikirler söylendikten sonra birbirine benzer olanlar aynı grupta toplanır.
- Tahtada yer alan fikirler oylanır. En beğenilen fikirler üzerine tartışılır.
- Üretilen fikirler tartışıldıktan sonra öğrencilere pelikanın yanı sıra ördek, kunduz ve ornitorenk fotoğrafları gösterilerek bu canlıların sahip olduğu ortak özellikler sorulur.
- Gelen cevaplar tartışıldıktan sonra bu özelliklerden birinin de “perde ayaklı olmaları” olduğu açıklanır.
- Öğrencilerin perde ayak yapısının oluşturduğu hızlandırıcı etkiyi gözlemleyebilmeleri için “perde ayak” deneyi yaptırılır. Deneyden önce öğrencilerin tahminlerini, gözlemlerini ve deney sonunda öğrendiklerini yazabilmeleri için deney föyü dağıtılır.
- Öğrencilerin bir ellerine kilit poşet geçirilerek su dolu leğende hangi elleri ile daha fazla su ittirebileceklerini gözlemlemeleri sağlanır.



- Yapılan deneyin ardından perde ayak yapısının daha fazla kuvvet uygulama, daha hızlı yüzme ve daha kolay hareket etme gibi yararlar sağladığı deneyle ilişkilendirilerek öğrencilere açıklanır.
- Öğrenciler öğrendiklerini deney föyüne kaydettikten sonra beyin fırtınasının son adımında gerçekleştirilen tartışma sürecine geri dönülerek **“Sizce bilim insanları pelikanların hangi özelliğinden yararlanmış olabilirler?”** sorusu yöneltilir ve perde ayak yapısı vurgulandıktan sonra **“Perde ayak yapısından ilham alarak insanlar ne tür icatlar geliştirmiş olabilirler?”** sorusu yöneltilir ve fotoğraflar ve videolar aracılığıyla yüzme eldivenlerinin bu canlılardan ilham alınarak geliştirildiği açıklanır.
- Öğrencilere perde ayak yapısından ilham alınan yüzme eldivenleri açıklandıktan sonra **“Perde ayaklı hayvanlar ayaklarını sadece hızlanmak için mi kullanırlar?”** sorusu yöneltilir. Ardından kuğunun suya inişini gösteren video izletilerek perde ayakların bu canlılara sadece hızlanmalarında değil yavaşlamalarında da yardımcı olduğu, böylece suya daha dengeli bir biçimde inebildikleri söylenir. Yapılan açıklamanın ardından **“Bu özellikten ilham alarak insanlar ne tür bir icat geliştirilmiş olabilirler?”** sorusu yöneltilir. Gelen cevapların ardından sunumdaki video izletilerek **deniz uçaklarının** da perde ayaklı canlılardan ilham alınarak geliştirildiği bilgisi verilir.

3. SONUÇ

- Derste işlenen konu özetlenir.
- Kuvvetin hızlandırıcı ve yavaşlatıcı etkisinin doğadaki canlılar için önemine vurgu yapılır.
- Bu canlıların sahip oldukları yapılar sayesinde karşılaştıkları problemleri çözerek insanlara ilham kaynağı oldukları hatırlatılır.
- Perde ayaklı canlıların sudaki hareketlerini gözlemleyen insanların kuvvetin hızlandırıcı ve yavaşlatıcı etkisini kullanarak tasarımlar ortaya koydukları vurgulanır.
- “Kratt Kardeşler” çizgi filmi günün ev etkinliği ödevi olarak verilir.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gözde YILMAZ

Yabancı Dil : İngilizce

Doğum Yeri / Yılı :

E-Posta :

ORCID Numarası :

Eğitim Bilgileri:

2010-2014, İstanbul Üniversitesi, Hasan Âli Yücel Eğitim Fakültesi/ Özel Eğitim Bölümü/ Üstün Zekâlılar Öğretmenliği Lisans Programı

2010-2014, İstanbul Üniversitesi, Hasan Âli Yücel Eğitim Fakültesi/ İlköğretim Bölümü/ Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı/ Çift Anadal

2015-2018, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü/ Özel Eğitim Bölümü/ Üstün Zekâlılar Öğretmenliği Tezli Yüksek Lisans Programı

2018-2025, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü/ Eğitim Fakültesi, Özel Eğitim Bölümü, Özel Yeteneklilerin Eğitimi Ana Bilim Dalı Doktora Programı

Mesleki Denevimi:

2014-2015, Araştırma Görevlisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
2015- , Araştırma Görevlisi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Yayınları:

Tezel, Ö. ve Yılmaz, G. (2017). Türkiye’de argümantasyona dayalı fen bilimleri öğretim çalışmalarından bir derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 146-160.

http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/14.ozden_tezel.pdf

Yılmaz, G., Ayas, B. ve Sak, U. (2020). An investigaton of the threshold hypothesis using ASIS intelligence scale and creative imaginaton cards. *Talent*, 10(2), 143-161.

<https://doi.org/10.46893/talent.831465>

Ayas, M. B. ve Yılmaz, G., (2021). Özel yetenekli öğrencilere yönelik ilk okuma yazma öğretim teknikleri/stratejileri. İçinde M. A. Melekoğlu ve H. Anılan (Ed.), *Özel eğitimde ilk okuma yazma öğretimi* (ss.425-450). Vize Yayıncılık

Yılmaz, G., (2023). 21. yüzyıl ve üst düzey düşünme becerileri. İçinde B. B. Sezerel ve N. N. Ateşgöz (Ed.), *Üst düzey düşünme becerilerini geliştirme stratejileri* (ss. 228-249). Anı Yayıncılık

Bilimsel Faaliyetleri (Kongre, Sempozyum, Çalıştay vb.):

Yılmaz, G. and Ayas, M. B. (2017). *Examination of threshold theory with a new measure of intelligence*. 15th International Conference on Excellence in Education (ICIE), oral presentation, 3-5 July, Lisboa, Portugal.

Yılmaz, G. (2019). *Eşik hipotezinin ASİS zekâ ölçeği ve yaratıcı hayal gücü kartları ile incelenmesi*. VI. Ulusal Üstün Yeteneklilerin Eğitimi Kongresi (ÜYEK), sözlü bildiri, 10-12 Ekim, İstanbul, Türkiye.

Yılmaz, G. (2023). *Üstün zekâlı öğrencilerin sosyobilimsel konulara etik ve ahlaki yaklaşımlarının incelenmesi*. VIII. Ulusal Üstün Yeteneklilerin Eğitimi Kongresi (ÜYEK), sözlü bildiri, 2-4 Kasım, Ankara, Türkiye.

Görev Aldığı Projeler:

Yılmaz, G. (Eğitmen). Minik havacılar uçmayı öğreniyor. 117B167 nolu 4004 TÜBİTAK Projesi, 2017-2018.

Yılmaz, G. (Araştırmacı). İlkokul öğrencilerine yönelik biyomimikriye dayalı yaratıcılığı destekleyen fen öğretim programının geliştirilmesi: tasarım tabanlı araştırma. 117B167 nolu Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, 2023-2025.

Yılmaz, G. (Araştırmacı). Proje ASİS 2: Türkiye'nin ilk yerli zekâ ölçeği asis'in ikinci sürümünün standardizasyon çalışması. SBA-2024-30 nolu Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, 2024-2026.

Ödülleri:

Anadolu Üniversitesi AR-GE ve İnovasyonda Kadın Zirvesi Ödülü, 2020, Eskişehir, Türkiye