

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI



**İLKOKUL 3. ve 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK GELİŞTİRİLEN
BİYOMİMİKİRİ TEMELLİ DERS PLANLARININ UYGULANMASINA
İLİŞKİN ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ**

YAZAR

Samet Yavuz TERZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Süleyman Erkam SULAK

ORDU- 2023

TEZ KABUL SAYFASI

Samet Yavuz TERZİ tarafından hazırlanan “İlkokul 3. ve 4. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanmasına İlişkin Öğretmen Görüşleri” başlıklı bu çalışma, **15.12.2023** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Doç. Dr. Seher ÇETİNKAYA Ordu Üniversitesi / Eğitim Fakültesi	İmza
Üye	Doç. Dr. Süleyman Erkam SULAK (Danışman) Ordu Üniversitesi / Eğitim Fakültesi	İmza
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Yasemin BÜYÜKŞAHİN Bartın Üniversitesi / Eğitim Fakültesi	İmza

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Samet Yavuz TERZİ

ÖZET

SINIF ÖĞRETMENLİĞİ

İLKOKUL 3. ve 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK GELİŞTİRİLEN BİYOMİMİKRI TEMELLİ DERS PLANLARININ UYGULANMASINA YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ

Samet Yavuz TERZİ

Bu tezin amacı, ilkokul 3. ve 4.sınıf fen bilimleri öğretim programında yer alan “Aydınlatma Teknolojileri” ve “Ses Kirliliği” konularına yönelik geliştirilen Biyomimikri temelli fen eğitimi yaklaşımının etkililiğinin değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında 3. ve 4. sınıf düzeyinde gerçekleştirilmek üzere Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışı odaklı ders planları hazırlanmıştır. Hazırlanan ders planları iki farklı okulda 10 tane 3. sınıf ve 9 tane 4. sınıfta haftada iki ders saati olmak üzere altı hafta süresince uygulanmıştır. Araştırma, nitel araştırma desenlerinden eylem araştırması kullanılarak geliştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak Biyomimikri Temelli Ders Planları Görüşme Formu kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle maxqude programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının, disiplinlerarası bakış açısı içerisinde öğrencilerin doğa ile etkileşimini, problem çözme becerilerini, yaratıcı düşünme becerilerini, yansıtıcı düşünme becerilerini, eleştirel düşünme becerisini arttırdığı, teknoloji algılarını yaş seviyelerine uygun olarak geliştirdiği ve ölçme değerlendirme çağdaş araçları kullanıldığı görülmektedir. Böylece Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlkokul, Biyomimikri, Fen Bilimleri

ABSTRACT

CLASSROOM TEACHING

THESIS TEACHER OPINIONS ON THE IMPLEMENTATION OF BIOMIMICRY-BASED LESSON PLANS DEVELOPED FOR PRIMARY SCHOOL 3RD AND 4TH GRADE STUDENTS

Samet Yavuz TERZİ

The aim of this thesis is to evaluate the effectiveness of the biomimicry regional science education approach on the subjects of "Lighting Technologies" and "Sound Pollution" in the primary school 3rd and 4th grade science curriculum. For this purpose, lesson plans focused on Biomimicry Based Education Approach have been prepared to be implemented at the 3rd and 4th grade levels of the Science Course Curriculum. The lesson plans were prepared in two different groups, 10 3rd graders and 9 4th graders, for two lesson hours per week, for six weeks. The research uses action research, one of the qualitative research designs. Biomimicry Based Lesson Plans Interview Form was used as a data collection tool. The obtained data were analyzed by content analysis method using the maxqude program. It is seen that the Biomimicry Based Education Approach increases the progress of nature, problem solving skills, creative thinking abilities, thinking abilities, focusing thinking skills, critical thinking skills within an interdisciplinary perspective, and evaluates technology perceptions in accordance with age levels. Thus, it was concluded that the Biomimicry Based Education Approach is applicable.

Key Words : Primary School, Biomimicry, Science

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Do. Dr. Süleyman Erkam SULAK'a, araştırma ve yazım süresince benden yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. şule BAYRAKTAR'a, araştırma ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yaşam yolculuğum boyunca benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman varlıklarıyla beni özel hissettiren canım annem Nurten TERZİ ve canım babam Kemal TERZİ' ye sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Yorulduğumda motivasyonumu yükselten ve odaklanmamı sağlayan, gerildiğimde sakinleşmemin ve devam etmemin en özel destekçisi olan canım eşim Havva TERZİ' ye her şey için teőekkürlerimi sunarım.

Samet Yavuz TERZİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ KABUL SAYFASI	ii
ETİK BEYANI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xi
GÖRSELLER	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	3
1.3 Araştırmanın Önemi.....	4
1.4 Araştırmanın Varsayımları.....	5
1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları	5
2. Kavramsal Çerçeve	6
2.1 İlkokul Fen Bilimleri Öğretimi	6
2.1.1 İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programı.....	6
2.1.1.1 İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programındaki Tarihsel Değişim.....	6
2.1.1.2 İlkokul Fen Bilimleri Öğrenme Programına Geleneksel Öğrenme Yaklaşımlarının Yansımaları	8
2.1.1.3 İlkokul Fen Bilimleri Öğrenme Programına Yeni Öğrenme Yaklaşımlarının Yansımaları	9
2.2 İlkokul Fen Bilgisi Öğretim Programında Biyomimikri.....	11
2.3 Biyomimikri	12
2.3.1 Biyomimikrinin Kökeni.....	13
2.3.2 Biyomimikrinin İlkeleri.....	14
2.3.3 Biyomimikrinin Hedefi	14
2.3.4 Tarihte Biyomimikri İzleri	15
2.3.5 Biyomimikri ve Tasarım.....	16
2.3.6 Gözlemlenen Biyomimikri Şekilleri.....	17
2.3.7 Tasarım Sürecinde Biyomimikri Yaklaşımları.....	21
2.3.7.1 Tasarım İçin Biyomimikri	21
2.3.7.2 Tasarımı Etkileyen Biyomimikri	22
2.3.8 Biyomimikri Tasarım Adımları	22
2.3.9 İlgili Araştırmalar	24
2.3.9.1 Yurtiçinde İlgili Araştırmalar	24
2.3.9.2 Yurtdışında Yapılan Çalışmalar.....	26
3. YÖNTEM	29
3.1 Araştırmanın Modeli	29
3.1.1 Eylem Araştırması Süreci.....	30
3.1.1.1 Hazırlık (Başlangıç Düzeyi) Aşaması.....	32
3.1.1.2 İlk Uygulama Aşaması	33
3.1.1.3 Ana Araştırma Aşaması	34
3.2 Katılımcılar	35

3.3	Veri Toplama Araçları	37
3.4	Veri Toplama Süreci	37
3.5	Veri Analizi.....	38
3.6	Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	39
3.6.1	İnandırıcılık	40
3.6.2	Transfer Edilebilirlik	40
3.6.3	Doğrulanabilirlik	41
3.6.4	Teyit Edilebilirlik	41
3.7	Ders Planları ve Uygulama	42
3.7.1	Biyomimikri Temelli Öğretmen Ders Kitapçığı.....	42
3.7.2	Fen Bilimleri Çalışma Yaprakları	43
3.7.3	Biyomimikri Çalışma Yaprakları	43
4.	BULGULAR.....	45
4.1	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Doğa İle Etkileşime İlişkin Bulgular.	45
4.2	Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Disiplinlerarası Bakışına İlişkin Bulgular.....	45
4.3	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Teknoloji Algısına İlişkin Bulgular...	46
4.4	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Problem Çözme Becerisine İlişkin Bulgular.....	47
4.5	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yaratıcı Düşünmeye İlişkin Bulgular	48
4.6	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yansıtıcı Düşünmeye İlişkin Bulgular	49
4.7	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Eleştirel Düşünmeye İlişkin Bulgular	50
4.8	Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Ölçme Değerlendirmeye İlişkin Bulgular.....	51
4.9	Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular..	52
4.10	Çapraz Tablolara İlişkin Bulgular	53
4.11	Kod Matris Tarayıcısı İle İlgili Bulgular	55
4.12	Okuttuğu Sınıf Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular	56
4.13	Okul Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular	57
4.14	Yaş Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular	57
4.15	Cinsiyet Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular	58
4.16	Kod Bulutuna İlişkin Bulgular	59
5.	SONUÇ VE TARTIŞMA.....	61
5.1	Uygulama Öncesine Ait Sonuçlar	61
5.2	İlk Uygulamaya Ait Sonuçlar.....	62
5.3	Uygulama Sonrasına Ait Sonuçlar	62
5.3.1	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışında Doğa ile Etkileşim Hakkında Sonuç ve Tartışma	62
5.3.2	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Disiplinlerarası Bakışı Hakkında Sonuç ve Tartışma	63
5.3.3	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Teknoloji Algısı Hakkında Sonuç ve Tartışma	64
5.3.4	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Problem Çözme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma	64
5.3.5	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Yaratıcı Düşünme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma	65
5.3.6	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Yansıtıcı Düşünme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma	65

5.3.7	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Eleştirel Düşünme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma	66
5.3.8	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Ölçme Değerlendirme Hakkında Sonuç ve Tartışma	66
5.3.9	Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Uygulanabilirliği Hakkında Sonuç ve Tartışma	67
5.3.10	Biyomimikri Eğitim Anlayışına Dair Nitel Araştırma Sonuçları.....	67
6.	ÖNERİLER	70
	KAYNAKLAR	71
	EKLER	82
	YASAL/ÖZEL İZİN BELGESİ	82
	ÖZGEÇMİŞ	86

TABLolar

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3. 1 Araştırmanın Uygulama Modeli ve Süreçleri.....	30
Tablo 3. 2. Biyomimikri Temelli ğretmen Ders Kitapçığı İçeriği.....	33
Tablo 3. 3. İlk Aşama Uygulaması ğrenci Sayıları.....	34
Tablo 3. 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Katılımcı Bilgileri.....	36
Tablo 4. 1. Çapraz Tablolara İlişkin Bulgular.....	54

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2. 1. Tasarım Süreci.....	17
Şekil 2. 2. Tasarım Spirali.	23
Şekil 4. 1. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında doğa ile etkileşime İlişkin Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli.....	45
Şekil 4. 2. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Disiplinlerarası Bakışa İlişkin Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli.....	46
Şekil 4. 3. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Teknoloji Algısına İlişkin Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli.....	47
Şekil 4. 4. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında problem çözme becerisine İlişkin Hiyerarşik kod-alt kod modeli.....	48
Şekil 4. 5. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yaratıcı Düşünmeye İlişkin Hiyerarşik kod-alt kod modeli.....	49
Şekil 4. 6. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yansıtıcı Düşünmeye İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli.....	50
Şekil 4. 7. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Eleştirel Düşünmeye İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli.....	51
Şekil 4. 8. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Ölçme-Değerlendirmesine İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli.....	52
Şekil 4. 9. Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilirliğine ilişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli.....	53
Şekil 4. 10. Kod Matris Tarayıcısı İle İlgili Kod Matris Tarayıcısı.....	56
Şekil 4. 11. Okuttuğu Sınıf değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli.....	56
Şekil 4. 12. Okul değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli.....	57
Şekil 4. 13. Yaş değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli.....	58
Şekil 4. 14. Cinsiyet değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli.....	59
Şekil 4. 15. Biyomimikri Temelli Ders Planlarına İlişkin Kod Bulutu.....	60

GÖRSELLER

	<u>Sayfa</u>
Görsel 2. 1. İlk insanların kullandığı dikiş iğneleri	15
Görsel 2. 2. Akrepten esinlenilerek geliştirilen mancınık	16
Görsel 2. 3. Armadillo dan esinlenilerek geliştirilen lejyoner zırhı.....	16
Görsel 2. 4. Amerikan aslanından esinlenilerek geliştirilen tel zımba sökücü.....	18
Görsel 2. 5. Penguenlerden esinlenilerek geliştirilen güneş gözlüğü	19
Görsel 2. 6. Köpek balığından esinlenilerek geliştirilen mayo.....	19
Görsel 2. 7. Termit yuvasından esinlenilerek havandırma sistemi tasarlanan Eastgeat Centre	21

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

BTDPGF : Biyomimikri Temelli Ders Planları Görüşme Formu

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu; önemi, amacı, alt problemleri, varsayımları, sınırlılıkları ve ilgili tanımlar açıklanmıştır.

1.1 Problem Durumu

İnsanoğlu varoluşundan itibaren doğayı öğretici olarak kabul etmiş ve hayatında karşılaştığı problemlerin çözümünü bulmak için doğayı örnek almıştır. Bu süreçte doğayı keşfetme yolculuğunun adını fen olarak tanımlamıştır. Teknolojik gelişmelerin en üst seviyede olduğu çağımızda doğanın rehberliğine her geçen gün daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. İklim krizi, salgın hastalıklar, ülkelerarası gelişmişlik dengesizliği, enerji sorunu gibi çağımızın ortak makro sorunları, gelişirken göz ardı ettiğimiz doğada açtığımız tahribatın sonucudur. Covid-19 salgınının dünyayı tehdit ettiği pandemi döneminde teknoloji gelişimimiz yavaşlasa da ozon tabakasındaki olumsuz etkinin ve kutuplardaki buzulların erime hızının gerilemesi bu düşünceyi desteklemektedir. Kendimizi teknolojinin gelişim hızına kaptırdığımız bu süreçte doğaya verdiğimiz tahribatı asgari düzeye indirgeme ve doğaya kendisini yenileme imkânı sunmamız gerekmektedir. Bu gereksinimden hareketle teknoloji gelişimimizi, fen aracılığıyla doğayı keşfetme serüveni içerisinde doğanın öğreticiliğine odaklamalıyız.

Fen; etrafımızdaki fiziksel ve biyolojik çevreyi fark etmeyi, tanımayı, tanıtmayı ve keşfetmeyi amaç edinen bir bilim dalıdır (Hastürk, 2017). Fen bilimleri; bireylerin tabiatı ve tabiat olaylarını inceleyerek dünyayı keşfetmesine büyük destek veren, tabiatı inceleme süreci ve bu süreç sonunda elde edilen bilgilerin sistemli bir şekilde bir araya getirilmesiyle elde edilen sonuçlar bütünü olarak tanımlanmaktadır (Durmaz , 2004). Fen eğitimi ise bu bilgilerin elde edilmesi sürecinin ve bu bilgi ile becerilerin bireylere kazandırılması amacıyla gerçekleştirilen etkinlikler bütünüdür (Korkmaz, 2004). Gelişmiş ülkelerde fen bilimleri öğretimini geliştirme ve öğrencilerin fene karşı olumlu tutum geliştirmeleri, eğitim sistemlerinin hedefleri arasında yer almaktadır (Demirci, 2017). Siyasi iktidarlar, ülkelerinin gelişmesi için büyük önem arz eden fen eğitiminde biyolojik hastalıkların iyileştirilmesi amacıyla kök hücre geliştirilmesinden nükleer enerjiye kadar toplumsal veya siyasal konularda karar alınabilmesine bilimsel anlayışa sahip bireyler yetiştirerek katkı sağlanmasını kritik olarak nitelendirmektedir (Heering, 2010). Fen bilimleri bireylere çevrelerindeki değişiklikleri fark etme, bu değişikliklerin

etkilerini ön görme ve bu etkilerin yol açabileceği olumsuzluklara çözüm bulma becerileri kazandırmaktadır. Bu beceriler gelişmiş toplum olarak isimlendirilmekte ve ülkelerin eğitim sistemi sonucunda yetiştirmek istediği birey profilini fen bilimleri açısından çizmektedir.

Ülkemizde fen bilimleri öğretim programı tarihinde 1926, 1936, 1948, 1969, 1992, 2005, 2013 ve 2018 yıllarında değişiklikler yapıldığı görülmektedir. Bu değişikliklerle toplumun ulusal ve uluslararası platformlarda önem arz eden konularda yetiştirilmesi ve çağı yakalaması amacı görülmektedir. Bu durumu, fen bilimleri öğretim programımızda “uzay” teriminin ilk kez kullanılmasının dönemin iki süre gücü olarak adlandırılan Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği’nin Ay’a ulaşma yarışının içerisinde olduğu yıllarda gerçekleşmesi somut bir örnek olarak verilebilir. Bu gerekçeli değişiklikler fen bilimleri öğretim programını kurgulayan temel anlayış/anlayışların da değişmesi yoluyla kurgulanmıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren davranışçı yaklaşımın hâkimiyeti, yerini öncelikle yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı ve probleme dayalı öğrenme yaklaşımına ardından bağlam temelli öğrenme yaklaşımı ve STEM eğitimi anlayışı gibi farklı öğrenme anlayışlarına bırakmıştır (Yılmaz Gürcü, 2019).

Dünyada ve ülkemizde 21. yy başlarından itibaren probleme dayalı öğrenme yaklaşımı fen bilimleri öğretimi programında da etkisini göstermiştir. Bu yenilikçi öğretim yaklaşımı toplumların başta iş birliği içerisinde çalışabilen ve günlük yaşam problemlerine çözüm bulma gibi becerilere sahip bireylerden oluşmasını sağlamıştır (Saban, 2000). STEM eğitimi anlayışı bireylerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik bilimlerini kullanarak dünyayı şekillendirme becerisi ve bu beceri ile yeni bilgi ve teknolojiler üretmesini hedeflemektedir (Vahidy, 2023). Üretim felsefesine sahip bireylerden oluşan toplumlar sayesinde 21. yüzyılın ilk çeyreği içerisinde insanoğlu hızlı bir teknolojik gelişim sağlamıştır.

Sanayi devrimi ile başlayarak 21. yy gelişmeleri ile hız kazanan gelişmeler, insanoğlunun hayat standartlarını yükseltirken doğayı; doğal kaynakların azalması, betonlaşma, kırsal nüfusun azalması, ormanların yok olma tehlikesi, ekonomik gücün dengesiz dağılımı ve çevre kirliliği gibi insanoğlunun geleceğini olumsuz etkileyecek tehditler ortaya çıkarmıştır (Bulut & Çakmak, 2018). 2000’li yılların başlarından itibaren ilerleyen çevrenin olumsuz etkilerini azaltabilme ve süreç içerisinde çevrenin yenilenebilmesini sağlamak amacıyla sürdürülebilirlik kavramı gelişmiş ülkelerin gündeminde yoğun bir

yer işgal etmeye başlamıştır (Yaman & Aksoydan, 2021). Günümüzde dünyanın karşı karşıya kaldığı sorunların kısa vadede gerilemesi, uzun vadede çözümü olarak geliştirilen sürdürülebilirlik kavramının fen öğretimi programı içerisine dahil edilmesi gerekmektedir. Piaget fen eğitimi sürecine sürdürülebilirlik kavramının dahil edilmesinin ilk olarak beşinci sınıfta başlamasını belirtmiştir (Commons, Richards, & Kuhn, 1982). Bazı araştırmacılar ise bu programın okul öncesinden itibaren başlaması gerektiğini savunmaktadırlar (Kahrıman Öztürk, Olgan, & Güler, 2012).

Mimari, peyzaj ve robotik alanlarında doğadan esinlenilerek uygulamalar geliştirilmesi sürecinde biyomimikri anlayışına yer verildiği belirlenmiştir (Çelikel & Uçar, 2020). Biyomimikri; “biyo” yani doğa ve “mimikri” taklit kelimelerinin birleşimi şeklinde oluşmuş olup doğayı taklit etme anlamına gelmektedir (Benyus J. M., 1997). Biyomimikri anlayışı ise karşılaşılan problem durumunun çözümünde doğanın cevaplarının belirlenmesi, bu cevaplardan esinlenilerek geliştirilecek çözüm için kullanması olarak tanımlanmaktadır. Geleceğin teknolojilerini geliştirecek günümüz öğrencileri şu anda okullarda eğitim almaktadır. Biyomimikri bilim, tıp, mimari, mühendislik vb. bilimlerin gelişimine yön verme potansiyeline sahiptir. Sürdürülebilir kalkınmanın çözüme kavuşturmayı hedeflediği çevre sorunları hakkında gerekli eğitim ve öğretimi vermek, günümüz okullarının görev ve sorumluluğudur. Bu doğrultuda biyomimikri anlayışının eğitim ortamlarına aktarılmasının öğrenci, toplum ve ülke geleceği açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Avcı, 2019).

İlkokul öğrencilerinde biyomimikri farkındalığının artırılması ve geliştirecekleri teknolojilerle biyomimikri anlayışını edinerek uygulamalarının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle araştırmanın problem durumu ilkökul 3. ve 4. sınıf öğretmenlerine yönelik geliştirilen biyomimikri temelli ders planlarının etkililiklerinin değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu tezin amacı, ilkökul 3. ve 4.sınıf fen bilimleri öğretim programında yer alan “Aydınlatma Teknolojileri” ve “Ses Kirliliği” konularına yönelik geliştirilen biyomimikri temelli fen eğitimi yaklaşımının etkililiğinin değerlendirilmesidir.

Bu amaca ulaşmak için şu sorulara cevap aranmıştır;

1. Biyomimikri temelli yaklaşımın, öğrencilerin doğaya ilişkin bakış açılarına etkileri hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?

2. Biyomimikri temelli yaklaşımın, disiplinlerarasılıkla ilişkisi hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
3. Biyomimikri temelli yaklaşımın, öğrencilerin teknolojik bakış açılarına etkisi hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
4. Biyomimikri temelli yaklaşımın, öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
5. Biyomimikri temelli yaklaşımın, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine etkisi hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
6. Biyomimikri temelli yaklaşımın, öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerine etkisi hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
7. Biyomimikri temelli yaklaşımın, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisi hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
8. Biyomimikri temelli yaklaşımın, ölçme değerlendirme kullanılabilirliği hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
9. Biyomimikri temelli yaklaşımın, uygulanabilirliği hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?
10. Sınıf öğretmenlerinin demografik değişkenlerine göre biyomimikri temelli yaklaşım hakkında görüşleri nelerdir?

1.3 Araştırmanın Önemi

MEB (2018), Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programı özel amaçları arasında doğanın keşfettirilmesi, birey-doğa arasındaki ilişkinin anlaşılması, doğa ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik bilinçlendirilmesi, doğaya yönelik merak duygusu kazandırılması yer almaktadır. Alanyazın tarandığında sıralanan kazanımların edindirilmesi için gerçekleştirilecek etkinlikler, bu etkinliklerin nasıl yürütüleceği ve bu etkinliklerin ders kalitesine etkisi hakkında ilkökul öğrencilerine yönelik çalışmaların yetersizliği görülmüştür.

Geliştirdiği farkındalık anketi ile biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri farkındalığını araştıran (Çakır, 2019), geliştirdiği görüşme formu ile fen bilgisi öğretmen adaylarının farkındalığını araştıran (Yıldırım, 2019), geliştirdiği biyomimikri etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin 21. yy. becerilerine etkisini araştıran (Çoban,

2019), ortaokul 8. sınıf teknoloji ve tasarım dersinde biyomimikri etkinliklerinin kullanımının öğrencilerin üzerindeki etkilerini araştıran (Sürgü, 2022), biyomimikri temelli STEM etkinliklerinin 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlıkları üzerine etkisini araştıran (Kaya, 2022) ve biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri temelli etkinliklerle dolaşım sistemi konusunda teknolojik tasarımlar geliştirme becerilerini araştıran (Gökgöz, 2022) çalışmaları bulunmaktadır.

Bu çalışmalar incelendiğinde biyomimikri konulu yapılan araştırmaların çoğunluğu farkındalık belirlenmesini amaç edinirken uygulama içeren etkinliklerin biyomimikri temelli olmaktan ziyade biyomimikriyi STEM eğitimi anlayışı ile birleştirdikleri belirlenmiştir. Ayrıca araştırmaların çoğunluğu lisans seviyesinde örneklemeler belirlendiği görölmektedir. Bu bağlamda ilkokul kademesinde ve biyomimikri anlayışını içeren ders planlarının etkililiğinin değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

1.4 Araştırmanın Varsayımları

Araştırma kapsamında katılımcı öğretmenlerin biyomimikri konusunda gerekli yeterliliğe sahip olduğu varsayılmaktadır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin görüşme formundaki soruları samimi bir şekilde cevapladıkları varsayılmaktadır.

1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma 2022-2023 eğitim öğretim yılında Trabzon ilinde bulunan iki ilkokul ile sınırlıdır.

Araştırmada ders planları haftada 2 ders saati olmak üzere 6 hafta süresince uygulanmıştır.

Öğrencilerin yaşadıkları çevrenin doğadan uzak şehir hayatı içerisinde bulunması sebebiyle doğa farkındalıkları yetersizdir. Bu durum problemlere biyomimikri temelli çözümler geliştirilmesi sürecini zorlaştırmıştır.

2. Kavramsal Çerçeve

Çalışmanın bu bölümünde problem durumuyla alakalı ulusal ve uluslararası literatür taranarak araştırmanın kavramsal çerçevesi hakkında bilgi verilecektir.

2.1 İlkokul Fen Bilimleri Öğretimi

Fen bilimleri; biyoloji, kimya ve fizik bilimlerini kapsayan, dünyanın biyolojik ve fiziksel gizemlerini açıklamayı gaye edinen etkinlikler bütünü olarak tanımlanabilir (Çepni, Fen ve Teknoloji Öğretimi (Kuramdan Uygulamaya), 2007). Fen eğitimi; bireylerin doğayı gözlem yaparak bu gözlemlerden sonuçlar çıkarması, fark ettikleri sorunlara çözümler geliştirmesi, birey ve tabiat ilişkisini öğrenmesi ve öğrenme sonucu edindiği bilgileri karşılaştığı günlük yaşam sorunlarına uyarılma becerisi kazandığı süreçtir (Çepni & Çil, 2009) Fen öğretimi; bireylere düşünme sistematığının kavratılması, zihinlerde tecrübeleri dayanak edinen kesin kavramların geliştirilebilmesi ve sebep-sonuç ilişkisinin incelenme yöntemi ve analiz yöntemlerinin öğretilmesi sürecidir (Gezer, Köse, & Sürücü, 1999). Fen eğitimi ve öğretiminin amacı, günlük yaşam problemlerini bilimsel yöntem ve teknikler kullanılarak araştırma, problem çözme ve bilgiye ulaşma becerisine sahip, teknolojiyi kullanabilen, bilim ve bilimsel bilginin olumlu bakış açısı geliştiren, içerisinde bulunduğu çevreyi anlayan ve yorumlayan fen okuryazarlığı becerisine sahip bireyler yetiştirmektir (Balbağ, Lebleciler, Karaer, Sarıkahya, & Erkan, 2016).

2.1.1 İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programı

Gelişmiş ülkelerin birçoğu, içerisinde buldukları dönemin ihtiyaçları doğrultusunda bireylerin sahip olması gereken özellikleri güncellemek amacıyla fen bilimleri öğretim programlarında birçok kez değişiklik yapmıştır (Saraç & Yıldırım, 2018). Bu gereklilikler doğrultusunda ülkemizde Cumhuriyet'in kuruluşundan itibaren fen öğretimi programında değişiklikler gerçekleştirilmiştir.

2.1.1.1 İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programındaki Tarihsel Değişim

Cumhuriyet tarihinde Fen Bilimleri öğretim programına ilk kez 1926 yılında Tabiat Tetkiki ve Eşya isimli ders ile rastlanılmaktadır. Tabiat Tetkiki dersi kapsamında uygulama esas alınarak hayvan bakımı, bitki ve mahsul yetiştirme, doğayı tanıma, bedenini tanıma gibi konularda bireylere beceri kazandırılması hedeflenirken Eşya dersi kapsamında bireylerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlere çözüm için

kullandıkları araç ve gereçleri kullanma becerileri kazandırılmak hedeflenmiştir. 1936 yılına gelindiğinde ise bu iki ayrı ders Tabiat Bilgisi olarak tek bir ders olarak öğretilmeye başlanmıştır. Önceki müfredat içeriğine ek olarak ülkemizin doğal kaynakları ve ev ekonomisi konuları eklenmiştir. 1948 yılında gerçekleştirilen değişiklikle bireylerin bilimsel yöntem ve teknikleri kullanma becerisi kazanmaları amaçlanmıştır. Programda derslere bir günlük hayat problemiyle başlangıç yapılarak dikkatin çekilmesi ardından öğrencilerin derse güdülenmesi ve beyin fırtınası tekniği kullanılarak bilim ve bilimin doğasına odaklanmaları hedeflenmiştir. 1969 yılı fen öğretim programında dersin adı Fen ve Tabiat Bilgileri adı verilerek ders yoğunluğu azaltılmış ve geniş konu alanları daraltılmıştır. Ayrıca programda ilk kez uzay kavramı kullanılmıştır. 1992 yılına gelindiğinde dersin adı Fen Bilgisi olarak telaffuz edilmeye başlanmıştır. Programda ilk kez genel ve özel amaçlar ayrı başlıklar altında açıklanmıştır. Programda yine ilk defa ölçme değerlendirme boyutuna yer verilmiştir (Ayvacı, Er Nas, & Kirman Bilge, 2020).

Fen bilimleri programındaki en köklü değişiklik 2005 yılında dersin adının Fen ve Teknoloji olarak değiştirildiği ve radikal bir şekilde davranışçı öğrenme yaklaşımından yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına geçişle gerçekleştirilmiştir. Bu değişimle öğrencilerin bireysel farklılıkları dikkate alınmış, anlamlı ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilmesi amaç edinilmiş ve üst düzey becerilerin geliştirilmesi, günlük hayat ilişkisinin kurulması vb. hususlara dikkat edilmiştir (MEB, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, 2023). Ülkemizdeki Fen Bilimleri Programı Öğretim Programı geliştirme çalışmaları kapsamında 2013 yılında öğrenme süreci içerisinde sorgulama ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımı uygulamaları kullanımı dikkat çekmektedir (MEB, 2013). Son güncelleme çalışması 2018-2019 eğitim öğretim yılı içerisinde uygulanmak üzere gerçekleştirilmiştir. Bu değişiklikte fen okuryazarlığının önemi vurgulanmakla birlikte bireylerde kariyer bilinci oluşturma, sürdürülebilir kalkınma amacı geliştirme gibi öğrenme çıktıları kazandırılması amaçlanmıştır. Ancak en köklü değişikliğin fen-teknoloji-mühendislik-matematik anlayışının programa entegrasyonunun sağlanarak öğrencilerin multidisipliner bakış açısı geliştirilmesi ve inovatif ürünler üretmelerinin sağlanması hususunda gerçekleştiği görülmektedir (Güngör, 2021).

2.1.1.2 İlkokul Fen Bilimleri Öğrenme Programına Geleneksel Öğrenme Yaklaşımlarının Yansımaları

Türk Eğitim Sistemi tarihine bakıldığında 1950 öncesi davranışçı yaklaşımın etkisi görülmektedir (Çınar, Teyfur, & Teyfur Mehmet, 2001). Türk Eğitim Sistemine uygun olarak Fen Bilimleri Öğretim Programlarında da benzer şekilde davranışçı yaklaşımın izleri görülmektedir. İlerleyen yıllarda Fen Bilimleri Öğretim programını etkileyen yaklaşımlar öğrenme halkası yaklaşımı, bütünlendirici öğrenme yaklaşımı, kavramsal değişim yaklaşımı, aktif öğrenme yaklaşımı, probleme öğrenme yaklaşımı, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımlarıdır. 1926 ve 1936 yıllarındaki fen öğretim programları incelendiğinde bütünlendirici öğrenme yaklaşımı ve kavramsal değişim yaklaşımları; 1948 ve 1969 fen öğretim programları incelendiğinde az miktarda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve aktif öğrenme yaklaşımları; 1992 yılı öğretim programı yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve 2005 yılı öğretim programı incelendiğinde ise aktif öğrenme yaklaşımı, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve az miktarda probleme dayalı öğrenme yaklaşımı benzerlikleri görülmektedir (Yılmaz Gürcü, 2019).

Kavramsal değişim yaklaşımına fen bilgisi öğretim programlarında kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla yer verilmiştir (Uyanık & Dindar, 2016). Öğrenme halkası yaklaşımı, somut işlemler dönemindeki öğrencilerde fen eğitiminde kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir (Bayram, Patlı, & Savcı, 1998). Bütünlendirici öğrenme yaklaşımı, bireyin önceki tecrübe ve bilgilerini kullanarak fen öğretimi programında yer alan günlük yaşam becerileri geliştirmelerine katkı sağladığı belirlenmiştir (Ayas, 1995). Fen bilimleri öğretim programında aktif öğrenme yaklaşımının yer almasının öğrencilerde kalıcı öğrenmeye ve fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirilmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir (Aydede & Matyar, 2009). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, fen bilimleri öğretimi programında yer alan bilimsel bilgiye ulaşma becerisi, eleştirel düşünme, bilimsel araştırma becerileri, günlük yaşam problemleri çözme becerisi gibi üst düzey becerilerin gelişimini sağladığı görülmüştür (Şenocak & Taşkesenligil, 2005). Fen bilimleri öğretim programında proje tabanlı öğrenme yaklaşımının yer almasının bireylerin akademik başarısını arttırdığı, öğrenme sürecinin eğlenceli ve zevkli ilerlemesini sağladığı, anlamlı öğrenmenin gerçekleştiği ve bireylerin 21. yy becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür (Yılmaz & Gültekin, 2007). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının fen bilimleri öğretim

programında yer almasının, bireylerin akademik başarılarının artmasına; gözlem yapma, araştırma, keşfetme, deney yapma ve bilgiye ulaşma becerilerinin gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir (Şahin, 2014).

2.1.1.3 İlkokul Fen Bilimleri Öğrenme Programına Yeni Öğrenme Yaklaşımlarının Yansımaları

İçerisinde bulunduğumuz çağda yaşadığımız teknolojik gelişmeler, ayları yıllara çevirmiştir. 21. yy. da yaşadığımız bilimsel ve teknolojik gelişmeler, 19. yy ve 20. yy'a kıyasla çok hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Ülkeler, bu gelişme yarışmasında öne geçebilmek için nitelikli işgücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple bireylerin araştırma becerisine sahip, akılcı, kararlar alabilen, kendini tanıyan, eleştirel düşünebilen ve belirledikleri sorunlara çözüm geliştirme becerisine sahip olmaları gerekmektedir (Taşçı, 2005).

Fen Bilimleri Öğretim Programında 2005 yılında yapılan güncellemede bağlam temelli öğrenme yaklaşımı, temel öğretim yaklaşımlarından biri olarak yer almaktadır (MEB, 2005). Fen bilimleri öğretiminde öğrencilerin yaşadıkları en büyük sorun bilginin günlük yaşamla bağlantısının kurulamamasıdır (Yaman, Dervişoğlu, & Soran, 2004). Bağlam temelli öğrenme yaklaşımı, bireylerin gerçek yaşam problemleri bağlamında bilgi ve becerilerin öğretim sürecinde kullanılması şeklinde tanımlanır (Glynn & Koballa, 2005). Bağlam temelli öğrenme yaklaşımında birey, bir kavram ve kavramın uygulamalarını kendi, ailesi veya yakın çevresinin kültürü ya da gerçek dünyasıyla ilişkilendirilmişse etkili öğrenme gerçekleştiği anlaşılır (Yam, 2023).

Fen eğitiminde geleneksel eğitim anlayışlarından uzaklaşılarak bireylerin araştırma, eleştirel düşünme, problem çözme gibi yaşamları boyunca sahip olmaları gereken yeterlilikleri edindirmeyi amaç edinen sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı karşımıza çıkmaktadır (Howe, 2002). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fen eğitimine en önemli katkısı öğrenmenin ezberci bir anlayışla gerçekleşmesi yerine bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme, araştırma yapma gibi üst düzey becerilerle bireylerin aktif çalışmalarıyla gerçekleşmiş olmasıdır (Zahcharia, 2003). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının bireylerde bilimsel süreç, problem çözme, teknolojiyi etkili kullanma ve sorgulama becerilerinin gelişiminde etkililiği gözlenmiştir (Duban, 2008). Sorgulamaya dayalı öğrenme anlayışı, 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı içerisinde etkin bir şekilde benimsenmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımında öğretmen gerekli durumlarda rehberlik desteği veren, öğrenme ortamını araştırma sürecine uygun dizayn

eden ve öğrencilerin kendilerini rahatça ifade edebilecekleri sınıf ortamını kurgulamakla sorumludur (MEB,2013).

Bireylerin bilimin doğuşunu, gelişim sürecini ve insanlığın bilime etkilerini anlamalarını amaç edinen bilim tarihi yaklaşımına 2018 fen bilimleri öğretimi programında rastlanılmaktadır (Laçın-Şimşek, 2009). Fen bilimleri öğretiminde bilim tarihi öğrenme yaklaşımının kullanılmasının avantajları arasında bireylerin epistemoloji ve bilimsel bilginin doğasını fark etmelerini sağlamasıdır (Höttecke, Henke, & Riess, 2012). Ayrıca argümantasyon temelli öğrenme yaklaşımının fen bilimleri kavramlarının öğretiminde kalıcı öğrenmeyi sağladığı belirlenmiştir (Ulu & Bayram, 2015).

Fen öğretiminde güncel yaklaşımlar kapsamında farklı bir örnek olan argümantasyon temelli öğrenme yaklaşımı, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile bireylerin oluşturduğu argümanları etkin bir şekilde kullanmaları böylece fen okuryazarlıklarını arttırmayı amaç edinmektedir (MEB,2013). Argümantasyon temelli öğrenme yaklaşımın fen bilimleri öğretim programına katkıları, fen okuryazarlığının ve eleştirel düşünme becerisinin gelişimidir (Öztürk A. , 2013).

Günümüz çağında ülkeler, üretken bireyler yetiştirmeyi amaç edinmektedir (MEB, 2016). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği üye ülkeleri gibi gelişmiş ülkeler, modern iş hayatının gereksinimlerine ve becerilerine sahip bireyler yetiştirmek amacıyla bir eğitim yaklaşımı geliştirme çabasına girmişlerdir (Akgündüz, ve diğerleri, 2015). Bu yaklaşımların en güncellerinden biri STEM Eğitimi anlayışıdır (Gülhan ve Şahin, 2016). STEM Eğitimi; science (bilim), technology (teknoloji), engineering (Mühendislik) ve mathematics (matematik) bilimlerinin günlük yaşam problemine çözüm geliştirilmesi amacıyla multidisipliner bir anlayışla öğrenmenin tasarlanmasıdır (Wang, 2012). 2005 ve 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programlarına, STEM eğitim anlayışı entegre edilmeye çalışılsa da bu çabanın gerçekleştirilemediği görülmektedir. 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında ise bu entegrasyon gerçekleştirilmiştir (Seren & Veli, 2018).

Yeni öğrenme yaklaşımlarının, fen bilimleri öğretim programına yansımalarına bakıldığında bireylerin, bilimin doğasını anlamış, bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, bilime katkı sağlamayı amaç edinen, 21. yy becerilerine sahip ve edindiği yeterlilikleri gerçek hayat problemleri üzerinde çözüm oluşturabilecek teknoloji geliştirme ve üretebilmeleri amaçlandığı görülmektedir. Günümüzde gerçek hayat problemleri dünyada meydana gelen bilimsel ve teknolojik gelişmeler temelinde bireylerin karşısına

çıkılmaktadır. Bu gelişmeler zamanla doğa, ekonomi, toplum ve sağlık gibi alanlarda birçok olumsuz etkilere sebebiyet vermektedir. (Uyanık, 2016) Bu sebeple karşımıza sürdürülebilirlik kavramı çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik, insanoğlunun gelecekte ihtiyaç duyacağı kaynakların, günümüzde en verimli şekilde kullanılması anlamına gelmektedir (Bal, 2006).

Sürdürülebilirlik yaklaşımları arayışları arasında en dikkat çekici olan biyomimikri temelli yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Gamage & Hyde, 2012).

2.2 İlkokul Fen Bilgisi Öğretim Programında Biyomimikri

Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilgisi Öğretim Programı özel amaçları arasında ilkökul çağındaki öğrencilere doğayı keşfetme, doğa-çevre ilişkisini anlama, doğal kaynaklarının sürdürülebilir kalkınma amacıyla kullanımı bilinci, doğa ve doğa olaylarına ilişkin merak duygusu kazandırılması yer almaktadır. Bu özel amaçların ünite kazanımlarına yansması;

- F.3.1.1.2. Dünya'nın şekliyle ilgili model hazırlar.
- F.3.3.1.1. Hareket eden varlıkları gözlemler ve hareket özelliklerini fark eder.
- F.3.5.1.1. Gözlemleri sonucunda görme olayının gerçekleşebilmesi için ışığın gerekli olduğu sonucunu çıkarır.
- F.3.5.4.1. Ses şiddetinin işitme için önemli olduğunu gözlemler ve her sesin insan kulağı tarafından işitilemeyeceğini fark eder.
- F.3.6.2.5. Doğal çevrenin canlılar için önemini fark eder.
- F.3.6.2.6. Doğal çevreyi korumak için araştırma yaparak çözümler önerir.
- F.4.3.1.1. Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.
- F.4.3.2.4. Mıknatısların yeni kullanım alanları konusunda fikirlerini açıklar.
- F.4.4.5.3. Karışımların ayrılmasını, ülke ekonomisine katkısı ve kaynakların etkili kullanımı bakımından tartışır.
- F.4.5.2.2. Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar.
- F.4.5.3.3. Işık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir şeklinde sıralanmaktadır (MEB, 2018).

Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilgisi Öğretim Programı özel amaçları ve öğrenci kazanımları incelendiğinde biyomimikri konusunda doğayı fark etme, çevreyi koruma, geri dönüşüm bilinci oluşturma ve çevre sorunlarına çözüm üretme hedefleri görülmektedir.

2.3 Biyomimikri

Biyomimikri terimi ilk olarak 1962’de bilimsel literatürde kullanılmıştır ve 1980’lerde popüler bir kavram olmaya başlamıştır (Aziz & El Sherif, 2015). Biyomimikri, “biyo” ve “mimikri” olmak üzere iki ayrı kelimenin birleşimiyle oluşmuştur. Biyo kelimesi “yaşam”, “doğa” ve “hayat” anlamlarını ifade ederken; mimikri ise “taklit” anlamını taşımaktadır (Benyus J. M., 1997). Biyomimikri, doğanın aklını arama bilimidir (Banger, Biyomimikri ya da Biyomimetik, 2021). Diğer bir tanımlamada biyomimikri, doğa ve hayatın taklit edilmesiyle doğadan ilham alınmış tasarımlar olarak açıklanmıştır.

Biyomimikri, doğadaki canlıların renk, doku, fonksiyon veya şekilsel olarak taklit edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Kuday, 2009). Biyomimikri insanların doğada var olan sistemlerden esinlenerek ürettikleri maddelerin, aletlerin ve sistemlerin tamamından oluşan bilim dalı şeklinde tanımlanmaktadır (Altun, 2011).

Teknolojinin gelişmesi ile insanoğlu doğayı daha derinlemesine ve sistematik olarak inceleme imkânı bulmuş ve elde ettiği bilgileri problem ve gereksinimlerine çözüm bulmakta kullanmıştır. İnsanoğlunun sorularına cevap ararken doğadan esinlenmeyi temel alan biyomimikri, birçok disipline yardımcı olurken “biyomimesis”, “biyomekanik”, “biyomimikri” ve “biyonik” gibi farklı şekilde isimlendirilerek “doğadan öğrenerek” teknolojinin geliştirilmesi için araştırma ve çalışmalar için kullanılmaktadır (Arslan Selçuk & Gönenç Sorguç, 2007).

Biyomimimkri kelimesinin Türkçe karşılığı olarak ifade edilen “Biyo-taklit” Benyus tarafından 1998 yılında ortaya atılmış ve doğaya üç farklı bakış açısıyla tanımlanmıştır;

Model Olarak Doğa; biyomimikri, doğadaki modellerin araştırılmasıyla elde edilen veriler aracılığıyla tasarımlarda doğadan esinlenilerek üretim aşamasında meydana gelen sorunlarda insanlığa yardımcı olan bir bilimdir.

Ölçü Olarak Doğa; biyomimikri, geliştirilen ürünlerin ekolojik standartlar ölçü kabul edilerek doğruluğunun değerlendirilmesidir. Biyomimikri, doğanın milyarlarca yıldır

doğanın geliştirdiği stratejileri anlayarak ekolojik tasarımlar geliştirmeyi hedefleyen disiplindir.

Kılavuz Olarak Doğa; biyomimikri, doğayı araştırmalar yoluyla tanımanın, tanımlamalar yoluyla doğanın değerini anlamamanın yoludur. Doğadan ne alınacağını değil doğadan ne öğrenileceğini anlatan kavramdır (İleritürk, 2016).

2.3.1 Biyomimikrinin Kökeni

Tarih boyunca insanoğlu her zaman sorunlarının çözümünü doğada aramıştır. M.Ö. 50 yılında Yunan filozofu Democritus “Biz hayvanları taklit ederek önemli şeyler öğreniriz. Bizler kıyafet dokuma ve hazırlamada örümceklerin onları taklit eden ııraklarıyız. Kırlangıçlardan yuva yapmayı, tarlakuşları ve kuğulardan şarkı söylemeyi öğreniriz” sözleriyle biyomimikriden faydalandıklarını açıklamıştır (Senosiain, 2003).

Tarihteki ilk doğadan esinlenme çalışmalarının girişimcisi ve dünyadaki en iyi biyomimikri tasarımcısı Leonardo Da Vinci’dir. Da Vinci, çalışmalarında hem doğanın oranlarını kullanmış hem de geometri ve doğal akış hareketleri üzerine çalışmıştır. Uzun çalışmaları sonucunda dünyanın ilk akışkan dinamikçisi olarak kabul edilen Da Vinci, kuşları gözlemleyerek bir helikopter ve buna benzer birçok makine tasarlamıştır (Karabetça, 2016). Tarih boyunca bilim insanlarının gerçekleştirdiği tüm araştırma ve denemeler sonucunda problemlerinin çözümünün doğadaki canlı ve cansız varlıkların sistemlerinde var olduğunu fark etmeleriyle biyomimikri kavramı bilim olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Biyomimikri kavramı Montanalı bir bilim gözlemcisi ve biyoloji bilimleri yazarı Janine Benyus tarafından 1998 yılında yayınlanan “Biomimicry: Innovation Inspired by Nature (Biyomimikri: Doğadan İlham Alan Yenilik)” kitabında tanımlanmıştır (Müezzinoğlu & Sungur, 2015).

Biyomimikri kelimesine, 1974 yılında Websters sözlüğünde yer verilmiş ve “biyolojik olarak üretilen madde ve malzemelerin (enzimler veya ipek) ve biyolojik mekanizma ve süreçlerin (protein sentezi veya fotosentez) oluşum, strüktür veya işlevlerinin yapay mekanizmalar üretmek içine taklit etme çalışması” olarak tanımlanmıştır (What is Biomimicry?, 2021).

Biyomimikri kavramı konusunda ana kaynak olarak Benyus’un “A Biomimicry Primer” adlı makalesi kabul edilmektedir. Biyomimikrinin tanımı, daha iyi bir model geliştirme çalışmaları gerçekleştirilebilirliği, diğer paradigmalarla ilgili ilişki ve diğer yaklaşımlardan farklılıkları detaylı olarak açıklanmıştır. Biyomimikrinin ana düşüncesi

insanların karşı karşıya olduğu problemlerin doğa tarafından milyonlarca yıldır çözüldüğü ve insanoğlunun bu çözümlerden ilham alması gerektiğidir (Benyus J. , 2021). Türkiye’de biyomimikri konulu tezler incelendiğinde toplamda on yedi adet tez bulunduğu ve bu tezlerin ikisinin eğitim öğretim alanında yapıldığı, on beşinin mimarlık ve mühendislik alanında yapıldığı görülmüştür. YÖK’e bağlı tez tarama sisteminde yapılan incelemeler sonucunda Türkiye’de yapılan bu araştırmaların birinin doktora tezi, birinin sanatta yeterlilik ve on beşinin yüksek lisans tezi olduğu belirlenmiştir. Bu incelemeler sonucunda eğitim öğretim alanında biyomimikri konulu çalışmaların yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.3.2 Biyomimikrinin İlkeleri

Benyus, geliştirdiği modelde dokuz prensipten bahsetmektedir. Bu prensipler ekosistemin doğasını yansıtabilecek nitelikte olup bu ilkelerin tasarımda kullanımı ekolojik sürdürülebilirlik için gereklidir. Bu ilkeler şöyle sıralanabilmektedir;

- Doğanın devamlılığı için güneş ışığı önemlidir.
- Doğa yalnızca ihtiyacı kadar enerji harcamaktadır.
- Doğada form ve işlev uyum içerisindedir.
- Doğa her şeyi geri dönüştürmektedir.
- Doğa çeşitliliğe bağlıdır.
- Doğa iş birliğini ödüllendirmektedir.
- Doğa yerel ustalığı talep etmektedir.
- Doğa ihtiyaç fazlasının kullanımını engeller.
- Doğa gücün sınırlarını son aşamaya kadar kullanır (McGregor, 2013).

2.3.3 Biyomimikrinin Hedefi

Biyomimikrinin amacı, insanoğlunun varoluşunu devam ettirmek için dünyaya adaptasyonunu arttıran ve yaşam tarzına yenilikçi gelişmeler sağlayacak politikalar, süreçler ve ürünler yaratmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için aşağıdaki konulara katkı sağlamayı hedeflemektedir;

- Sürdürülebilirlik
- Performans İyileştirme
- Enerji Korunumu

- Maliyetleri Azaltma
- Çöp kavramını yok etmek ve yeniden tanımlamak

2.3.4 Tarihte Biyomimikri İzleri

Tarihte insanoğlunun en eski dikiş iğnesi, hayvan kemiğinden üretilmiş olup 30.000 yıl öncesine ait olduğu tahmin edilmektedir. Canlıların içerisinde buldukları ekosisteme uygun olarak uzuvları modifikasyon sağlamaktayken insanlarda bu durum böyle değildir. İnsanoğlu bu durumdan dolayı tarih boyunca aletler tasarlamıştır ve Neandertal'lerin iğnesi bunun ilk örneklerindedir (Kuday, 2009).



Görsel 2. 1. İlk insanların kullandığı dikiş iğneleri

İnsanların tarihin var oluşundan beri giyinme ihtiyacı, en temel ihtiyaçlarından olmuştur. Yaratılışından dolayı insanoğlunun bedeni, doğadaki ısı aralığı olarak en dayanıksız canlıdır. Giyinen ilk insanların soğuk hava şartlarına sahip ekosistemlerde yaşayan insanlar olduğu düşünülmektedir. İlkel insanlar açıklarını gidermek için avladıkları hayvanların kürkünden de bedenlerini sıcak tutmak ve hava şartlarından korunmak amacıyla faydalanmışlardır (Kuday, 2009).

İnsanlar, yırtıcılardan korunma ve beslenme ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla yırtıcıların sahip olduğu diş, pençe gibi kesici ve delici doğal formlardan esinlenerek taş ve hayvan kemiklerinden aletler geliştirmişlerdir (Kuday, 2009).

M.Ö. 50 yıllarında Romalı Marcus Vitruvius Pollio'nun geliştirdiği mancınık tipi Scorpio isimli silahın tasarımı incelendiğinde biyomimikri kullanılarak akrepten ilham alınarak tasarlandığı görülmektedir. Akrebin kuyruğunu gövdesinin üstünde bükerek kullanmasından esinlenilerek Scorpio da oklara büyük bir hız vererek fırlatmak için tasarlanmıştır (Kuday, 2009).



Görsel 2. 2. Akrepten esinlenilerek geliştirilen mancınık

M.Ö. 800 ve M.S.476 yılları arasında hizmet vermiş olan Roma ordusunda görev yapmakta olan lejyonerlerin kullandığı zırh incelendiğinde biyomimikrinin etkisi görülmektedir. Larica Segmentata isimli bu zırh, İspanyolca'da “Küçük Zırlı” anlamına gelen Armadillo isimli bir hayvanın üzerinde olan kabuk sistemli yapıdan esinlenilerek tasarlanmıştır (Kuday, 2009).

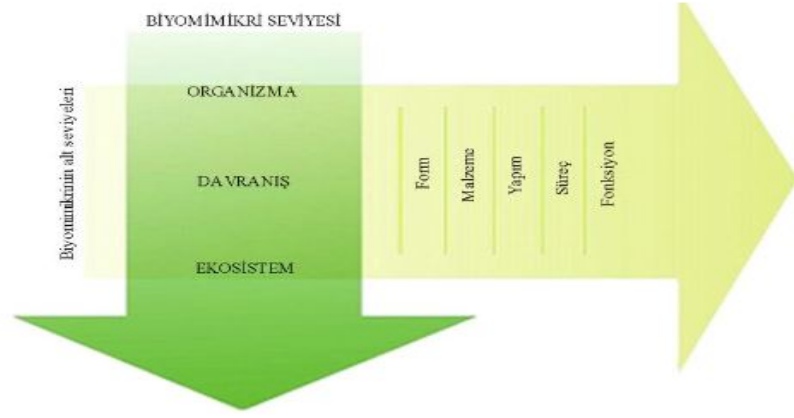


Görsel 2. 3. Armadillodan esinlenilerek geliştirilen lejyoner zırhı

2.3.5 Biyomimikri ve Tasarım

Biyomimikrinin içerisinde, biyolojik yapıların incelenmesiyle elde edilen bilgilere göre tasarım prensipleri uygulanmaktadır. Bu prensipler, biyomorfik veya daha fazla sistemlere yönelik bir yaklaşım uygulanmaktadır. Burada amaç, bütün biyolojik davranışlarının temel özellikleri olan düşük enerji kullanımı, kolay geri dönüşüm, yüksek dayanıklılık ve malzemelerin çok yönlü kullanılabilirliğine sahip tasarımlar geliştirmektir (Vincent, 2009).

Benyus'a göre doğadan esinlenme üç seviyede gerçekleşmektedir; biçim, davranış ve ekosistem (Benyus J. M., 1997).



Şekil 2. 1. Tasarım Süreci

Belirtilen üç seviyede esinlenme yoluyla geliştirilen uygulamalar, tasarım sürecinde form, malzeme, yapım, süreç ve fonksiyon olarak ortaya çıkmaktadır.

- Organizma Seviyesi
- Davranış Seviyesi
- Ekosistem Seviyesi

2.3.6 Gözlemlenen Biyomimikri Şekilleri

Doğadaki her canlı veya cansız varlıkların bütünü veya parçası incelenerek tasarım aşamasında esinlenebilecek bilgiler elde edilebilir. Bir organizma birden fazla perspektiften biyomimikri için esinlenebilir bir bütün olarak görülebilir. Bir organizma esinlenme kaynağı olabilmesi açısından aşağıda farklı şekillerde isimlendirilmiştir (Kuday, 2009).

Biyomekanik Biyomimikri:

Biyomimikri şekilleri arasında en sık rastlanana, organizmaların hareketlerini ve anatomik özelliklerini araştıran biyomekanik açıdan esinlenerek gerçekleştirilen tasarımlardır (Kuday, 2009).

Biyomekanik açıdan biyomimikri örneği olarak aşağıdaki resimde yer alan tel zımba sökücü ve Amerikan aslanının mekanik ve morfolojik özelliklerinin benzerleri verilebilir. Tel zımbanın çalışma prensibi ile Amerikan aslanının diş – çene biçimi ve eklemine çalışma prensibi aynıdır. Amerikan aslanının ön dişlerinin arka dişlerine oranla sivrilmesi

ve uzunlaşması ayrıca alt ve üst çenenin hareket edebilir olması, tel zımba sökücüyle uyumludur (Kuday, 2009).



Görsel 2. 4. Amerikan aslanından esinlenilerek geliştirilen tel zımba sökücü

Bişimsel Biyomimikri:

bir canlının biçiminin taklit edilmesi, biçimin üstlendiği fonksiyonu gerçekleştirmesi gerektiği anlamına gelmez. Ekosistemdeki varlık, sadece biçimsel olarak ya da sadece fonksiyonu gerçekleştirmesi için tasarımda kullanılabilir (Kuday, 2009).

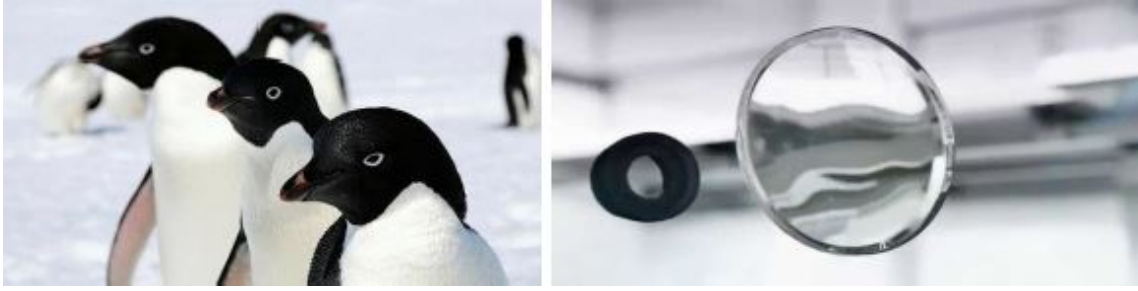
Bişimsel açıdan biyomimikriye örnek olarak yelpaze ve tavus kuşu verilebilir. Yelpaze serinlemek için kullanılan bir araçtır. Tavus kuşunun kuyruğundaki tüylerin açılması ile yelpazenin açılması benzer biçimsel özelliklerdir. Ancak tavus kuşunun kuyruğundaki açılma mekanizması amaç olarak yelpazenin kullanılması amacıyla hiçbir benzerlik göstermemektedir. Burada da amacın değil biçimin ortak olduğu görülmektedir (Kuday, 2009).

Fonksiyonel Biyomimikri:

Fonksiyonun tasarımdaki yeri, tasarımın gerekliliği olan problemin çözümünü gerçekleştirmesidir. Ekosistemdeki var olan formların birçoğundaki fonksiyonların sırları çözülmüş olsa da hala sırrı açıklığa kavuşmayan fonksiyonlar bulunmaktadır. Çoğu canlının biçim, mekanizma ve sistemlerinin var oluşunun bir gereksinimi vardır (Kuday, 2009).

Güneş ışığının yoğun olduğu kutuplarda yaşayan penguenler ışık yoğunluğuna rağmen net bir görüşe sahiptirler. Penguenlerin gözlerinde renkleri ayrı ayrı filtreleyen bir sıvı madde bulunmaktadır. Penguenlerin bu özelliğini tasarımlarına yansıtan araştırmacılar

sisli, puslu ve fazla ışıklı ortamlarda daha net bir görüş açısı sunan bir güneş gözlüğü geliştirmişlerdir (Deyoung & Hobbs, 2009).



Görsel 2. 5. Penguenlerden esinlenilerek geliştirilen güneş gözlüğü

Dokusal Biyomimikri:

Ekosistem ve varlıklar üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler tasarımcılara, mühendislere ve malzeme bilimcilerle kaynak teşkil ederek yeni ürünler ortaya çıkarılmasına imkân sağlamaktadır. Doğada doku örnekleri sınırsızdır. Dokusal açıdan doğadan esinlenilerek yüzeyler gelişmenin birçok örneği vardır (Tüzcet, 1967)

Köpekbalığı üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde bu canlının sudaki hızına ulaşmasının sadece vücudundaki kas yapısı aracılığıyla olmasının mümkün olmadığı görülmüş ve cilt dokusundaki yapının hızında etkin olduğu keşfedilmiştir. Aşağıdaki resimde köpekbalığının cildinin 70 kat büyütülmüş fotoğrafı bulunmaktadır. Bu keşif sonrası Speedo markasının tasarladığı mayolar aracılığıyla insanların daha hızlı yüzmesi sağlanmış ve daha önce kırılmayan rekorlar kayıt altına alınmıştır (Kuday, 2009).



Görsel 2. 6. Köpek balığından esinlenilerek geliştirilen mayo

Renk Biyomimikrisi:

Canlılar farklılıklarını göstermek ve etrafindakileri ikaz etmek için parlak renklerden faydalanırken, kendini korumak için içerisinde bulunduğu ekosistemin renklerine uyum sağlamayı tercih eder. Doğada uyarmak için renklerin kullanımına *aposematik*, kamufl olmak veya saklanmak için renklerin kullanımına *kripsis* adı verilir. Aposematizm, doğada av olma potansiyeli olan hayvanların yırtıcı hayvanları kendilerinden uzaklaştırmak için onlara gönderdikleri uyarı yöntemidir. Bu yöntemin en çok karşılaşılan yansımaları *uyarıcı renklenme*, nahoş koku ve sestir. Aposematik sinyaller sayesinde hem avın hem de avcının zarar görmesi önlenmiş olur (Kuday, 2009).

İnsanoğlu günlük hayatında dikkat çekmesini istediği veya uyarı anlamı taşıyan nesnelere genellikle sıcak veya parlak renklerle renklendirir. Aşağıdaki resimde örneklendirildiği gibi doğada zehirli kurbağalar parlak ve sıcak renklerle dikkat çekici nitelikte yaratılmışlardır. Böylece etraftaki yırtıcı canlılar uyarılmaktadır. İnsanoğlu da trafik aygıtları, yangın alarmları gibi acil durum uyarısı için kullanılan ürünleri sıcak renklere boyamıştır (Kuday, 2009).

Canlılar, ürettikleri strüktürler ve malzemelerle insanoğluna esin kaynağı olmuştur. İnsanoğlunun tasarladığı, strüktürel biyomimikri kullanımına en önemli örneği Zimbabwe'nin Harare kentinde bulunan Eastgate Centre isimli binalardır (Bilmen, 2019). Geleneksel soğutma veya ısıtma sistemine tasarımında yer vermeyen Mick Pearce, Afrika Termitlerinin sıra dışı havalandırma sistemlerine sahip kulelerinden esinlenmiştir. Tasarımcı böylece Zimbabwe'nin en büyük alışveriş merkezinin havalandırma sorununun minimum enerji kullanımı ile gerçekleştirmiştir (Doan, 2021).



Görsel 2. 7. Termit yuvasından esinlenilerek havandırma sistemi tasarlanan Eastgeat Centre

2.3.7 Tasarım Sürecinde Biyomimikri Yaklaşımları

Tasarım sürecinde biyomimikri yaklaşımları iki ana kategoriye ayrılmıştır;

- Tasarım İçin Biyomimikri
- Tasarımı Etkileyen Biyomimikri

2.3.7.1 Tasarım İçin Biyomimikri

Bu yaklaşım, tasarım için biyomimikri (design looking the biology) ya da yukarıdan aşağıya (top down) olarak isimlendirilir. Tasarım için biyomimikri yaklaşımında, öncelikle ihtiyaç veya problem belirleyip ardından doğanın ve ekosistemin benzer sorunlara bulduğu çözümler incelenerek tasarımcı özgün tasarımlar geliştirir (Özen, 2016)

Georgia Teknoloji Enstitüsü araştırmacılarından Michael Helms, Swaroop S. Vattan ve Ashok K. Goal, Design Intellegence Lab'da tasarım için biyomimikri yaklaşımının sürecini altı maddede açıklamıştır;

- Problem Tanımı
- Probleme Farklı Bir Açıdan Tekrar Bakmak
- Biyolojik Çözüm Araştırması
- Biyolojik Çözüm Tanımı
- Kural Çıkarımı

- Kural Uygulaması (Helms, Swaroop, & Ashok, 2009).

2.3.7.2 Tasarımı Etkileyen Biyomimikri

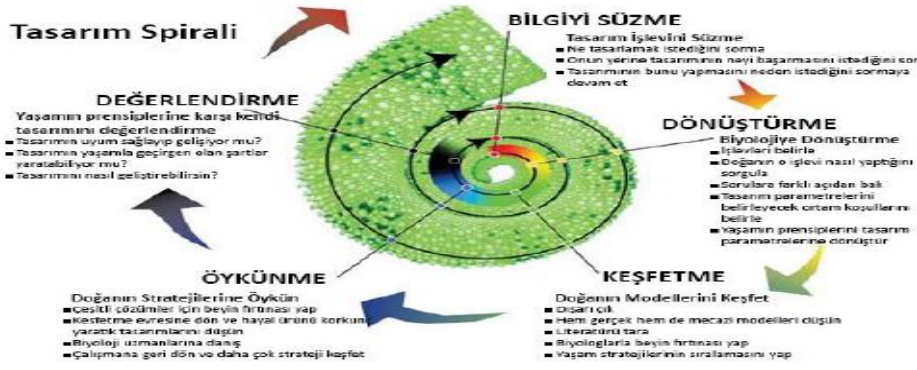
Bu yaklaşım Tasarımı Etkileyen Biyoloji (Biology Influencing Design) ya da aşağıdan yukarı (bottom up) olarak isimlendirilir. Tasarımı etkileyen biyomimikri yaklaşımında bir canlının veya ekosistemin ilgili fonksiyonu, davranışı ya da karakteristiği incelenerek tasarıma aktarılır (Zari, 2007). Bu yaklaşımda biyolojik bilgi ve tasarım probleminden ziyade araştırmacının biyolojik ve ekolojik araştırmalarına önem verilmektedir (Özen, 2016).

Georgia Teknoloji Enstitüsü araştırmacılarından Michael Helms, Swaroop S. Vattan ve Ashok K. Goal, Design Intellegence Lab'da tasarım için biyomimikri yaklaşımının sürecini yedi maddede açıklamıştır;

- Biyolojik Çözüm Belirlenmesi
- Biyolojik Çözüm Tanımı
- Kural Çıkarımı
- Çözüme Farklı Bir Açıdan Bakma
- Problem Araştırması
- Problem Tanımı
- Kural Uygulaması (Helms, Swaroop, & Ashok, 2009).

2.3.8 Biyomimikri Tasarım Adımları

Carl Hastrich, tasarımcılara yol göstermek amacıyla Benyus'un biyomimikriyi tanımlarken terminolojiye eklediği terimleri kullanarak biyomimikri tasarım spirali geliştirmiştir (Kuday, 2009). Hastrich'in geliştirdiği tasarım spirali; tanımlama, dönüşüm, keşfetme, benzetme ve değerlendirme olmak üzere 5 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 2. 2. Tasarım Spirali

Bilgiyi süzme aşamasında ilk olarak problemin tanımlanmasıyla başlanır. Problemin ortaya çıkma sürecinde ve çözüm için hangi aktörlerin katkı sağlayabileceği ve çözümün uygulama alanı göz önünde bulundurulmalıdır. Çözüm önerisinin ne olduğu ve olası çözüm adayları arasında seçimin uygun çözümün nasıl seçileceği sorularına cevap verilmelidir.

Dönüştürme aşamasında, tasarımcı kendi problemine benzer sorunlara doğanın nasıl çözümler bulduğunu araştırarak doğanın geliştirdiği çözümlerin arasından kendi sorununa uyarlayabileceği hakkında parametreleri geliştirilmektedir

Keşfetme aşamasında olası çözüm üzerinden özellikle biyologlar ve ekosistem mühendisleri ile araştırma ve incelemelerin yapılarak tasarımı yapılacak çözümün uygulanabilirliğini ve başarılı olmasını sağlayacak biyolojik stratejiler geliştirilmektedir.

Öykünme aşamasında doğanın geliştirdiği çözümün içerisindeki süreçler ve örüntüleri tasarımcı, kendi tasarımına nasıl aktaracağını belirleyecektir. Bu aşamada tasarımcı doğanın çözümlerinden esinlenerek kendi fikir ve düşüncelerini sentezleyecektir.

Değerlendirme aşamasında geliştirilen tasarımın doğanın prensiplerine uygun olup olmadığı sorgulanır.

Biyomimikri tasarım spiraliyle tasarımcının karşılaştığı problemin doğadaki çözümünün tespiti ve uygulanmasıyla ilgili açıklayıcı bilgilendirme sağlanmıştır. Spiral, çözümün geliştirilmesi için doğadan ilham alınmasına katkı sağlarken aynı zamanda tasarımın doğadaki başarıyı yakalayıp yakalamayacağı hakkında gerekli değerlendirmeyi de yapmaktadır (Kuday, 2009).

2.3.9 İlgili Araştırmalar

2.3.9.1 Yurtiçinde İlgili Araştırmalar

Fizik dersinin öneminin öğrencilere fark ettirilebilmesi, bilim okuryazarlıklarının geliştirilebilmesi ve doğanın taklidi biyomimikri yoluyla örnek mekanizma ve ürünler hakkında bilinçlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada; biyomimikrinin fizik eğitimindeki kuramsal bilgiyi doğadaki modellerle öğrencinin hayatındaki sorunlara çözüm oluşturacak modelleri eşleştirebilmelerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Ersanlı, 2016).

Öğretmen adaylarının biyomimikri ile ilgili farkındalıklarını araştırarak yaratıcı ve yenilikçi eğitim modelleri geliştirebilmelerine katkı sağlayabilmeyi amaç edinen çalışmada 78 öğrenciyle “biyomimikri farkındalık anketi” aracılığıyla veri toplanmıştır. Verilerin analizinde bağımsız t testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının sınıf düzeylerinin artışıyla biyomimikri farkındalıkları arasında paralellik olduğu ve akademik başarılarının biyomimikri farkındalıklarında etkili olduğu belirlenmiştir (Çakır, 2019).

Biyomimikrinin öğrencilerin 21. yy becerileri üzerindeki etkisine, STEM eğitimi ile olan ilişkisi ve geleceği araştırılmıştır. Doküman incelemesi yöntemi kullanılarak 1997 – 2019 yılları arasında gerçekleştirilmiş tüm bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Doğadan esinlenerek üretim becerisi kazandırılan öğrencilerin sürdürülebilir ürünler geliştirerek günümüz ve gelecekte yaşanabilecek pek çok problemi ortadan kaldıracabileceği, biyomimikri tasarım çalışmalarının sınıflarda proje veya atölye olarak yer almasının öğrencilerin 21. yy becerilerinin gelişimine olumlu yönde katkı sağlayacağı belirlenmiştir. Okullarda biyomimikri içeren uygulamalar kullanılarak araştırmalar yapılması önerilmektedir (Avcı, 2019).

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi içerisinde biyomimikri etkinliklerine yönelik ilişkin görüşlerinin belirlenmesini amaç edinilmiştir. 17 öğretmen adayının “STEM Eğitiminde Biyomimikri Görüşme Formu” kullanılarak görüşleri alınmış ve içerik analizi kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının biyomimikriyi derslerinde kullanmayı düşünmüş, doğa ve teknolojiye yönelik bakış açılarında değişiklikler olmuştur. Ancak öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Sürecini ve Bilim Süreç Becerilerini birbirine karıştırdığı gözlemlenmiştir. Biyomimikri içeren

STEM uygulamalarının ilkökul, ortaokul, lise üniversite düzeylerinde uygulanarak etkilerinin incelenmesi önerilmiştir (Yıldırım B. , 2019).

İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin hayvanların özelliklerinden esinlenerek geliştirecekleri teknolojik ürünlerin belirlenmesi amaç edinilmiştir. 58 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin çizimleri toplanma aracı olarak kullanılmış, veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Öğrencilerin teknolojik ürünleri yaşadıkları coğrafyayla ilişkilendirerek geliştirdikleri ve savunma sanayisine yönelik tasarımlara yönelik çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmüştür (Yakışan & Velioğlu, 2019).

Ortaokul 5. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada biyomimikrinin fen eğitimine uyarlanması amaç edinilmiştir. Eylem araştırması yöntemi kullanılarak geliştirilen “Biyomimikri Tasarım Modeli”nde öğrencilere öncelikle canlıları gözleme imkânı sunularak canlı ve işlevi fark ettirilmiş ardından bu özelliği verilen problem durumuna uyarlamaları istenmiştir. Öğrencilerin kendi özgün tasarımlarını geliştirebildikleri, fiziksel yapı ve işlevi anlamlandırabildikleri, böylece biyomimikri öğretim yaklaşımının uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır (Çoban, 2019).

Biyomimikri uygulamalarının yer aldığı STEM eğitimi etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığı becerileri üzerine etkisini araştırmayı amaç edinilen çalışmada kontrol gruplu ön test- son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada Akademik Başarı Testi, Duyuşsal Eğilim Ölçeği ve Çevreye Yönelik Sorumlu Davranış Ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veri analizi Wilcoxon İşaretsiz Sıralar Testi, Mann Whitney U Testi ve t testi ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı ve duyuşsal eğilimler değişkenlerinde anlamlı bir farklılık bulunamazken çevreye yönelik sorumlu davranış değişkeninde olumlu yönde anlamlı farklılık bulunmuştur (Kaya Ş. , 2022).

Öğretmen adaylarının biyomimikri ile ilgili görüşlerinin alınarak fizik kavramları ve günlük yaşamla ilişkilendirilebilirliğinin belirlemesinin amaçlandığı çalışmada, 20 fen bilgisi öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Çalışmada olgu bilim yöntemi kullanılmış, ölçme aracı yarı yapılandırılmış görüşme formu ile de veriler toplanmıştır. Öğretmen adaylarının belirlenen biyomimikri örneklerinden esinlenerek özgün ürün tasarlama ve biyomimikriyi fizik kavramlarıyla ilişkilendirme becerilerinin yeterli seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kandemir, Değirmenci, & Coşgun, 2022).

Öğretmen adaylarının dolaşım sistemi konusunda yer alan kalbin yapısı, işleyişi vb özelliklerinden esinlenerek geliştirecekleri ürün tasarımlarına yönelik biyomimikri algılarının, tasarladıkları çizimler ve yaptıkları çizimler yoluyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda 34 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak 8 adet çalışma kâğıdı, çizimler ve açıklamalar kullanılmıştır. Veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Katılımcıların tasarladıkları teknolojik ürün çizimlerinde kalbin biçimsel ve işlevsel özelliklerini kullandıkları ve sosyokültürel çevreden esinlendikleri belirlenmiştir. İlkokul, ortaokul, lise ve üniversite kademelerinde bu çalışmaların gerçekleştirilmesi ve biyomimikrinin gerekliliğinin Milli Eğitim Bakanlığı müfredatında vurgulanması önerilmektedir (Gökgöz, 2022).

Çalışmada biyotaklit konusunun Teknoloji ve Tasarım dersi kapsamında işlenmesinin öğrenciler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma eylem araştırması deseninde 36 sekizinci sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Veriler gözlem, görüşme, doküman ve görsel işitsel materyallerle elde edilmiş ve betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Biyotaklit konusunda öğrencilerle 4 hafta süresince ders dışı zamanlarda çalışma gerçekleştirilmiştir. Biyotaklit uygulamaları sonucunda öğrencilerin yaşadıkları çevreye daha bilinçli bakmaya başladıkları, doğaya zarar vermeme ve geri dönüşüm fikirleri geliştirme adına bilinçlendikleri, doğaya karşı meraklarının arttığı ve doğayı günlük hayatlarında kullanma gerekliliğini fark ettikleri belirlenmiştir. Biyotaklit konusunda ilkokul, ortaokul ve lise kademelerinde görsel sanatlar dersinde uygulamalar gerçekleştirilmesi ve teknoloji ve tasarım dersinde biyotaklit işleyen öğretmenlerin görüşlerinin belirlenmesi önerilmiştir (Sürgü, 2022).

2.3.9.2 Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Araştırmanın amacı, sanat eğitimi almakta olan lisans öğrencilerinin düşünme becerilerini geliştirmek için biyomimikrinin etkisini incelemektir. Çalışmanın örneklemi 30 lisans öğrencisidir. Araştırma kontrol gruplu ön test – son test yarı deneysel desenle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin yansıtıcı, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerinde gelişim belirlenmiştir. Bu doğrultu da biyomimikrinin

öğrencilerin tasarım ve düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır (Alawad & Mahgoub, 2014).

Subsoontorn vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada STEM temelli biyomimikri etkinlikleri konulu bir çalıştay yapmışlardır. Bu çalışmayı, biyodijital, sentetik biyoloji ve biyomimikri olmak üzere üç farklı kategoride gerçekleştirmişlerdir. Her kategoride öncelikle seminer tarzında, katılımcılara teorik bilgiler verilmiş ardından akıllı tahta aracılığıyla örnek biyomimikri sunumları yapılmıştır. Sunuların ardından verilen biyomimikri örnekleri üzerinden gerçekleştirecekleri mühendislik etkinliği üzerinde beyin fırtınası yapılmıştır. Her grup sensör ve kablo benzeri malzemeler ile bulunan fikri ürüne dönüştürmüştür (Subsoontorn;, ve diğerleri, 2018).

Araştırmanın amacı, uluslararası bir proje kapsamında biyomimikri etkinliklerinin ilköğretim çağındaki öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerine etkisini incelemektir. Örnekleme Hollanda'da uluslararası bir okulda eğitim görmekte olan 11-12 yaşlarındaki 16 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak sınıf videoları, 2 boyutlu ve 3 boyutlu tasarım eserleri, yarı yapılandırılmış görüşme formlarıdır. Toplanan veriler betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Araştırma sonucunda öğrenciler biyomimikri yoluyla geliştirdikleri tasarımlarını görsel olarak detaylandırırken uzamsal düşünme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir (Zhu & Kalpwijk, 2022).

Araştırmada lise müfredatında biyomimikrinin gerekliliği ve potansiyel uygulamalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini 12 makale ve 4 yüksek lisans tezi oluşturmaktadır. Veri analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Veri analizi sonrası lise müfredatında kullanılmak üzere 7 farklı biyomimikri etkinliği geliştirilmiştir. Geliştirilen biyomimikri etkinliklerinin lise müfredatı içerisinde 21. yy. becerilerinin gelişimi, soyut kavramların somutlaştırılması ve günlük yaşam farkındalığı oluşturulması hakkında boşluğa çözüm oluşturacağı belirlenmiştir (Staples, 2005).

ERASMUS+ projesi kapsamında fikri çıktı geliştirilen Biomimicry in the Classroom isimli kitapçıkta Hollanda ortaöğretim eğitim sistemi içerisinde öğretmenlerin mevcut durumu ile ideal durumu arasındaki farkın belirlenerek bu boşluğun doldurulması amacıyla biyomimikrinin kullanılabilirliğini belirlemeyi amaç edinmiştir. Veri toplama aracı olarak 4 öğretmen ve 3 uzman görüşü ile geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşmeler sonunda Biyomimikri kursu oluşturulmuştur. Geliştirilen kursa dâhil edilen 4 öğretmen, edindikleri kazanımları sınıflarında

uygulamıştır. Araştırmacı eğitim alan ve sınıfta uygulamalar yapan dört öğretmene yarı yapılandırılmış görüşme formu ile veri toplamış ve verileri betimsel analiz yöntemiyle değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda Hollanda eğitim sistemi içerisinde geleceğin sorunlarına yönelik öğrencileri hazırlamaya, öğrenmede doğanın önemini fark etmeye, 21. yy. becerilerinin gelişimine katkı sağlamaya yönelik olarak biyomimikrinin kullanılabileceğine ulaşılmıştır (Wijffels, 2023).

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Sosyal bilimler araştırmalarında çokça kullanılan eylem araştırması, okul veya sınıfta belirli bir sorunu çözüme kavuşturmak, yeni uygulamalar geliştirmek ya da önem arz eden bir karara dayanak oluşturmak amacıyla belirlenen soruna odaklanma süreci olarak tanımlanmaktadır (Gürgür, 2019). Ayrıca bireylerin bireysel mesleki faaliyetlerini konu edinen araştırma yapma ve gelişim için eyleme geçebilmeleri amacıyla uygulanan belirli bir sistemle gerçekleşen müdahale süreci olarak da tanımlanabilir (Costelo, 2011). Eylem araştırmaları, faaliyetlerin uygulaması esnasında karşılaşılan sorunların belirlenmesi ve çözümlenmesi amacıyla uygulayıcı ve araştırmacıların birlikte yürüttükleri çalışmalardır (Seale, Silverman, Gubrium, & Gobo, 2004). Eylem araştırmaları bilimsel çalışmalar ve eylemler arasındaki ayrışımı ortadan kaldırmaya katkı sağlayan bir araştırmadır. Burada araştırma konusunda uygulayıcılar çalışmada aktif rol almaktadırlar (Sığrı, 2021).

Johnson (2015), Eylem Araştırması El Kitabı isimli çalışmasında, eylem araştırmasını birey veya bireylerin eğitim öğretim faaliyetleri hakkında bir metodoloji ve sistem esas alınarak hazırlanan plan kapsamında uygulanan gözlemler olarak açıklamıştır. Eylem araştırmasında açık ve kesin bir cevap aranmaz. Araştırmacı bulguları tahmin ederek yola asla çıkamaz. Araştırmacı hiçbir önyargı gözetmeden sadece araştırma konusu kapsamında gözlem yapar. Eylem araştırmasında çok fazla ayrıntıya ve karmaşaya yer verilmeden sade ve yalın bir metodoloji kurgulanmalıdır. Bu kapsamda çok fazla veri toplama aracı kullanılmaması önem arz eder. Sonuçta güçlü bir planlama ile gerçekleştirilen sade, amaçları net ve sağlam gerekçelendirilmiş bir araştırma, karmaşık ve yoğun bir araştırmadan daha doğru metodolojiye sahiptir. Eylem araştırmalarının süresi ve uzunluğu hakkında belirli bir kesinlik bulunamaz. Her araştırma kendi amacını gerçekleştiren kadar veri toplama süreci devam ettirilir. Eylem araştırması bazen kurama gömülü olarak yürütülür. Araştırmanın soruları ve bulgularını bir kuramla ilişkilendirilmesi, araştırmanın anlaşılmasını kolaylaştırırken aynı zamanda literatür bilgisinin araştırma bulguları ile birçok açıdan ilişkilenmesine olanak sağlar. Eylem araştırmaları araştırma sonucunda kesin bulgulara ulaşmaktan ziyade sürece odaklanması sebebiyle bağımlı/bağımsız değişken, kontrol ve deney grubu gibi öğeleri içerisinde bulundurmaz. Eylem araştırmalarında hem nitel hem de nicel yöntem ve veriler kullanılabilir. Ancak eylem araştırmasının doğası gereği veriler genelleme yapmak

amacıyla kullanılamaz. Bunun yerine tanımlamalara, anlamlandırmalara ve değişimlere odaklanılabilir.

Eylem araştırmalarının çeşitlendirilmesi sırasında desen, aşama, yol gibi adlandırmalardan ziyade model tercih edilmiştir. Eylem araştırmaları araştırma konuları, araştırmacıların perspektiflerindeki ve araştırmanın dinamizmindeki farklılıklar dikkate alınarak bu gruplandırma gerçekleştirilmiştir (Mills, 2011). Eylem araştırması modelleri incelendiğinde sarmal veya döngüsel anlayışla tasarlamışlardır. Eylem araştırması Piggot-Irvine Modeli, Kemmis ve McTaggart Modeli, McNiff Modeli, McNiff ve Whitehead Modeli, Stringer Modeli ve Mills Modeli olarak çeşitlenmektedir.

Gerçekleştirilen alışmada McNiff ve Whitehead'ın eylem araştırması modeli kullanılmıştır. McNiff, modelini Whitehead ile birlikte çalışarak geliştirmiştir. Modele başlangıç düzeyi, pilot uygulama, gözden geçir ve tekrar ziyaret et adımlarından oluşan bir i döngü eklenmiştir (McNiff & Whitehead, 2006).

3.1.1 Eylem Araştırması Süreci

Yapılan çalışmada ilkokul 3. ve 4. sınıf öğretmenlerine yönelik geliştirilen biyomimikri temelli ders planlarının etkililikleri, öğretmenlerin görüşleri aracılığıyla araştırılmıştır. Bu kapsamda öncelikle ana araştırmada kullanılacak biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçı, fen bilimleri çalışma yaprağı, biyomimikri çalışma yaprağı ve veri toplama araçlarının sistematik verilerle desteklenmesi amacıyla iki kez uygulama yapılmıştır.

Tablo 3. 1 Araştırmanın Uygulama Modeli ve Süreçleri

Aşamalar	İçerikler	Yapılanlar
	Bilgi Toplama	<ul style="list-style-type: none">Fen Bilgisi eğitimine yönelik bilgi toplamaBiyomimikri eğitimine yönelik bilgi toplama
Hazırlık (Başlangıç Düzeyi)	Gözlem	<ul style="list-style-type: none">Öğrencilerin fen bilgisi eğitimi süreçlerini gözleme
	Yansıtma	<ul style="list-style-type: none">Literatür taraması toplanan verilerin yönlendirmesiyle problem tespitinin gerçekleştirilmesi ve eylem planının hazırlanması

		<ul style="list-style-type: none"> • Fen Bilgisi dersinde uygulanacak Biyomimikri etkinlikleri için uygun ünite ve kazanımların belirlenmesi
İlk Uygulama	Tasarım	<p>İlk uygulamanın;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerçekleştirileceği ünite, konu ve kazanımların belirlenmesi • Biyomimikri Temelli Öğretmen Ders Kitapçığının hazırlanması • Fen Bilimleri Çalışma Yapağının hazırlanması • Biyomimikri Çalışma Yapraklarının hazırlanması • Veri toplama araçlarının belirlenmesi • Katılımcıların belirlenmesi
	Eylem	<ul style="list-style-type: none"> • İlk uygulamayı gerçekleştirme • İlk uygulamada elde edilen verileri analiz etme
Ana Araştırma	Yansıtma ve Tasarım	<p>İlk uygulama verilerinin sonuçlarından ve yapılan araştırmalardan yola çıkarak ana araştırmanın;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metodolojinin revize edilmesi • Gerçekleştirileceği ünite, konu ve kazanımların belirlenmesi • Biyomimikri Temelli Öğretmen Ders Kitapçığının hazırlanması • Fen Bilimleri Çalışma Yapağının hazırlanması • Biyomimikri Çalışma Yapraklarının hazırlanması • Veri toplama araçlarının belirlenmesi • Katılımcıların belirlenmesi
	Eylem	<ul style="list-style-type: none"> • Biyomimikri Temelli Öğretmen Ders Kitapçığının belirlenen sınıflarda uygulanması • Uygulama sonucu edinilen verilerin analiz edilmesi

3.1.1.1 Hazırlık (Başlangıç Düzeyi) Aşaması

Başlangıç düzeyi hazırlık aşamasında biyomimikri konulu çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca bir yıl süresince 3. sınıf ve 4. sınıf fen bilimleri dersleri gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda şu durumlar tespit edilmiştir;

- Fen bilimleri dersinde biyomimikri çalışmaları içeren uygulamalar ilkökul kademesinde bulunmamaktadır. Yürütülen çalışmalar öğretmen adayları, fen bilimleri öğretmenleri, ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.
- Fen bilimleri dersinde biyomimikri çalışmaları içeren uygulamalar müfredatla ilişkilendirilmemiştir. Çalışmalar, müfredat dışı örgün eğitim sonrası gerçekleştirilmiştir.
- Biyomimikri çalışmaları içeren uygulamalar incelendiğinde STEM eğitiminin çevre okuryazarlığı ile ilişkilendirerek uygulandığı görülmüştür. Biyomimikrinin fen bilimleri müfredatına entegrasyonunu konu edinen bir çalışma bulunmamıştır.

Tespiti gerçekleştirilen bu durumlar doğrultusunda araştırmanın ilerleyen süreçleri dizayn edilmiştir. İlk olarak biyomimikri anlayışının entegrasyonu için çalışılabilecek ünitenin belirlenmesi amacıyla Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelenmiştir.

İlkokul kademesinde Fen Bilimleri dersinin 14 ünite ve 82 kazanımdan oluşmuş olduğu tespit edilmiştir. Ders saati sayısı, biyomimikri anlayışına ve öğrenci seviyesine uygunluk dikkate alınarak çalışmada kullanılacak üniteler belirlenmiştir. Belirlenen üniteler kapsamında uygulanacak ders planları 5E kuramı esas alınarak geliştirilmiş; biyomimikri ders planlarının Genişletme-Derinleştirme ve Değerlendirme aşamalarında kullanılmıştır. Bu kapsamda içerisinde biyomimikri eğitimi barındıran iki farklı biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığı geliştirilmiştir.

Geliştirilen biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığı kapsamında işlenen ünite, kazanım ve sınıf seviyesi bilgileri tabloda verilmektedir.

Tablo 3. 2. Biyomimikri Temelli Öğretmen Ders Kitapçığı İçeriği

Sınıf Seviyesi	Ünite	Konu Alanı	Kazanım
3	Çevremizdeki Işık ve Sesler	Fiziksel Olaylar	F.3.5.3.1. Her sesin bir kaynağı olduğu ve sesin her yöne yayıldığı sonucunu çıkarır. F.3.5.3.1. Her sesin bir kaynağı olduğu ve sesin her yöne yayıldığı sonucunu çıkarır.
4	Aydınlatma ve Ses Teknolojileri	Fiziksel Olaylar	F.4.5.1.2. Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar. F.4.5.2.1. Uygun aydınlatma hakkında araştırma yapar. F.4.5.5.3. Ses kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir.

3.1.1.2 İlk Uygulama Aşaması

İlk uygulama aşamasında Çevremizdeki Işık ve Sesler ile Aydınlatma ve Ses Teknolojileri kapsamında hazırlanan ders planları 2021-2022 eğitim öğretim yılı güz döneminde 21 ders saati süresince uygulanmıştır. İlk uygulamanın katılımcılarını Trabzon ili Ortahisar ilçesinde bir ilkokulda 3. sınıfta 21 öğrenci, 4. sınıfta 23 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcılar kendi sınıf ortamında dâhil olmuşlardır. Katılımcılar, araştırmacının görev yaptığı ilkokulda kendisinin öğretmen olarak görev almadığı iki sınıftadır. Bu sınıfların seçiminde öğretmenlerin biyomimikri konusundaki bilgi düzeyleri dikkate alınmıştır. Öğrencilerin akademik başarıları, ilgi ve yetenekleri hakkında bilgi sahibi olunmaması araştırmanın güvenilirliği açısından bilinçli olarak tercih edilmiştir.

Geliştirilen biyomimikri etkinlikleri belirlenen sınıflarda öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrencilerden etkinlik kâğıtlarını doldurmaları ve belirtilen konularda tasarımlar

geliştirmeleri istenmiştir. Öğretmenlerle birebir görüşme yapılmış ve yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır.

3.1.1.3 Ana Araştırma Aşaması

Ana araştırma aşamasında ilk uygulamadan elde edilen nitel veriler dikkate alınarak biyomimikri uygulamalarında değişiklikler yapılmıştır. Araştırmanın modelinin ilk döngüsünde öğrencilerin doğa hakkında yeterli deneyim sahibi olmadıklarından dolayı problem durumlarına yönelik geliştirdikleri tasarımlarda gerekli biyomimikri mantığı uygulayamadıkları gözlemlenmiştir. Bu bulgu neticesinde geliştirilmesi amaç edinilen problem durumu hakkında öğrencilerde fikir oluşturabilecek örneklere yer verilmiştir.

Son haline kavuşturulan biyomimikri ders planları Trabzon ili Ortahisar ilçesinde iki farklı okulda 10 farklı 3. sınıfa ve 9 farklı 4. sınıfa uygulanmıştır. Biyomimikri ders planlarının uygulamaları sırasında sınıflardan ayrılan öğrenciler olmamıştır. Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin velilerin izin/onam formu alınmıştır. Araştırmanın uygulandığı sınıflar karma eğitim yapılan sınıflardır. Öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıf ortamına herhangi bir müdahale yapılmamış, öğrenciler doğal ortamlarında çalışmaya dâhil olmuşlardır. Araştırmanın ana aşamasına dâhil olan sınıfların mevcutları hakkında detaylı bilgiler Tablo 3.3. yer almaktadır.

Tablo 3. 3. İlk Aşama Uygulaması Öğrenci Sayıları

Sınıf Kodu	Sınıf Seviyesi	Öğrenci Sayısı
Katılımcı Sınıf 1	3. Sınıf	42
Katılımcı Sınıf 2	3. Sınıf	28
Katılımcı Sınıf 3	3. Sınıf	41
Katılımcı Sınıf 4	3. Sınıf	31
Katılımcı Sınıf 5	3. Sınıf	29
Katılımcı Sınıf 6	3. Sınıf	34
Katılımcı Sınıf 7	3. Sınıf	28
Katılımcı Sınıf 8	3. Sınıf	40
Katılımcı Sınıf 9	3. Sınıf	37
Katılımcı Sınıf 10	3. Sınıf	35
Katılımcı Sınıf 11	4. Sınıf	44
Katılımcı Sınıf 12	4. Sınıf	34
Katılımcı Sınıf 13	4. Sınıf	39
Katılımcı Sınıf 14	4. Sınıf	43
Katılımcı Sınıf 15	4. Sınıf	41
Katılımcı Sınıf 16	4. Sınıf	43
Katılımcı Sınıf 17	4. Sınıf	38
Katılımcı Sınıf 18	4. Sınıf	40
Katılımcı Sınıf 19	4. Sınıf	44

3.2 Katılımcılar

Araştırmalarda nitel veri toplama araçları kullanıldığı takdirde nicel araştırma yöntemlerinin kavram ve yaklaşımlarından farklı bir perspektif gerekmektedir. Nitel araştırma yöntem ve teknikleriyle gerçekleştirilen araştırmaların büyük bir çoğunluğunda örneklemeler daha küçüktür. Hatta nitel araştırmaların bazılarında tek bir kişiden dahi oluşan örneklemelerle karşılaşmaktadır (Patton, 1990). Bu sebepten dolayı nitel araştırmalarda örneklemin belirlenmesinde örneklemin küçüklüğü veya büyüklüğüne değil ihtiyaç duyulan bilginin elde edilmesine dikkat edilir (Lincoln & Guba, 1985). Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda örneklemin sayısal yeterliliğinin kararı edinilmek istenilen veriye bakılarak verilebilir (Rubin & Rubin, 1995). Nitel araştırmalarda bu durumdan dolayı örneklemin amaca katkı sağlaması esas alınarak belirlenmesinin gerekliliğini vurgulanmıştır (Patton, 1990).

Amaçlı örneklem olarak isimlendirilen bu yöntemde araştırmanın amacı esas alınarak örneklem seçimi gerçekleştirilmektedir. Burada önem arz eden nokta araştırmacının gerçekçi ve net bir amacının olması ve bu amaç gözetilerek örneklemin seçilmesidir. Amaçlı örneklem kesinlikle örneklem seçiminde kolaya kaçmak değil; araştırma amacının gerçekleştirilmesine uygun öğelerin belirlenmesidir. Amaçlı örneklem yöntemi nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Sığırı, 2021).

Amaçlı örneklemede evrenin sayısal temsil edilmesi değil araştırma konusu ile çalışan ve donanımlı katılımcıların bilgilerine başvurulması amaçlanmaktadır (Johnson, Buehring, Cassell, & Symon, 2007). Bu yöntemin temelinde evrenin soruna uygun parçasının çalışmaya dâhil edilmesi vardır. Bir işyerinde çalışanların meslek hastalıklarını konu edinen araştırmada, araştırmacının orta yaşlı ve yaşlı çalışanları örneklem olarak belirlemesi amaçlı örnekleme örnek olarak verilebilir (Sencer, 1989).

Amaçlı örnekleme yöntemi, uygun örnekleme ile karıştırılabilmektedir. Uygun örnekleme yönteminde en ulaşılabilir grupla çalışıldığından dolayı yanlışlık söz konusudur. Amaçlı örneklem yönteminde araştırma problemine çözüm için gerekli olan bilgi/deneyim/beceri/özelliğe sahip olduğu belirlenen birey/grup/küme belirlenmesi gerekliliği bulunmaktadır. Araştırmacı, amaçlı örneklem yönteminde veri toplayacağı katılımcılar hakkında ön bilgi sahibi olmadan seçim yapmışsa bu durum yapabileceği en büyük hatadır. Bu hata karşısında örneklem evreni hiçbir şekilde temsil etmeyecek ve araştırma problemine cevap bulunamayacaktır. Bu sebepten dolayı araştırmacı problem durumunun çözümüne katkı sağlayacak bireyleri belirleme hakkında ilgili uzmanlara

başvurabilir. Amaçlı örneklem yöntemi kademeli seçim prensibine göre faydacı örnekleme, teorik örnekleme, durumu kabul etme ya da reddetme örnekleme ve kartopu örnekleme olarak çeşitlenmektedir (Tekindal, 2021).

Bu araştırmada amaçlı örneklem yönteminden kartopu örnekleme kullanılmıştır. Kartopu örnekleme, örneklemin kademeli olarak belirlenmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Önce az sayıda örneklem alınır sonra öneri ve gözlemlerin yönlendirmesiyle araştırma örneklemine yeni katılımcılar eklenir. Böylelikle problem durumundan uzaklaşmadan zengin bir örneklem belirlenmiş olur (Denzin & Lincoln, 1994). Bu araştırmada örneklem seçimi için kartopu örnekleme gereği öncelikle aranacak özellikler belirlenmiştir. Araştırma doğasına hâkim olunması amacıyla lisansüstü çalışmalarda yer alma; biyomimikri konusunda hazırbulunuşluk sahibi olması amacıyla doğa ve doğa olayları hakkında çalışmalara katılmış olmak, veri toplama araçlarındaki sorulara nitelikli cevaplar alınabilmesi için en az beş yıl mesleki deneyim ve gerekli olan katılımcılık ilkesinin gerçekleşmesi için gönüllülük şartları aranmıştır. Bu kapsamda öncelikle 3, 5 8 ve 9 numaralı katılımcılara ulaşılmış ve ardından diğer katılımcılarla iletişime geçilerek örneklem seçimi gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 3.4 de açıklanmıştır.

Tablo 3. 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Katılımcı Bilgileri

Katılımcılar	Sınıf Seviyesi	Cinsiyet	Yaş	Okul	Mezuniyet Durumu
Katılımcı 1	3. Sınıf	Kadın	48	Okul 1	Lisans
Katılımcı 2	3. Sınıf	Kadın	49	Okul 1	Lisans
Katılımcı 3	3. Sınıf	Erkek	38	Okul 1	Lisans
Katılımcı 4	3. Sınıf	Erkek	45	Okul 1	Lisans
Katılımcı 5	3. Sınıf	Kadın	37	Okul 1	Lisans
Katılımcı 6	3. Sınıf	Erkek	38	Okul 2	Yüksek Lisans
Katılımcı 7	3. Sınıf	Kadın	48	Okul 2	Lisans
Katılımcı 8	3. Sınıf	Kadın	50	Okul 2	Lisans
Katılımcı 9	3. Sınıf	Kadın	50	Okul 2	Lisans
Katılımcı 10	3. Sınıf	Kadın	42	Okul 2	Lisans
Katılımcı 11	4. Sınıf	Erkek	34	Okul 1	Lisans
Katılımcı 12	4. Sınıf	Erkek	41	Okul 1	Lisans
Katılımcı 13	4. Sınıf	Kadın	53	Okul 1	Lisans
Katılımcı 14	4. Sınıf	Kadın	47	Okul 1	Lisans
Katılımcı 15	4. Sınıf	Kadın	37	Okul 2	Lisans
Katılımcı 16	4. Sınıf	Erkek	40	Okul 2	Lisans
Katılımcı 17	4. Sınıf	Erkek	36	Okul 2	Lisans
Katılımcı 18	4. Sınıf	Kadın	39	Okul 2	Lisans
Katılımcı 19	4. Sınıf	Erkek	34	Okul 2	Lisans

3.3 Veri Toplama Araçları

Nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan veri toplama yöntemlerinden biri görüşme formudur (Yıldırım & Şimşek, 2021). Görüşme; belirli bir amaç için daha önceden hazırlanan soru sorma ve yanıt alma ilkesine dayalı olarak etkileşimli ve karşılık iletişim kurma süreci olarak tanımlanır. Literatür tarandığında görüşme yönteminde iki türden bahsedilir; yapılandırılmış görüşme ve yapılandırılmamış görüşme (Stewart & Cash, 1985).

Araştırma deseni olan eylem araştırmasında kullanılacak veri toplama araçları sıklıkla görüşme olmakla birlikte araştırmacı günlüğü, dokümanlar, öğrenci ürünleri ve performansları, fotoğraflar, video ve ses kayıtları ile saha notlarıdır (Gürgür, 2019).

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak “Biyomimikri Temelli Ders Planları Görüşme Formu” kullanılmıştır. Biyomimikri temelli ders planları görüşme formu, araştırmacı tarafından geliştirilen bir yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Araştırmacı tarafından geliştirilen biyomimikri temelli ders planları görüşme formunun taslak hali 9 sorudan oluşmaktadır. Taslak haldeki biyomimikri temelli ders planları görüşme formu, biyomimikri konulu araştırması bulunan üç araştırmacının uzman görüşüne sunulmuştur. Üç uzmanın görüşleri doğrultusunda biyomimikri temelli ders planları görüşme formunda gerekli düzeltmeler gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin akabinde biyomimikri temelli ders planları görüşme formu dil denetimi yapılması amacıyla iki farklı Türkçe öğretmeninin görüşüne sunulmuştur. Türkçe öğretmenlerinin uzman görüşleri doğrultusunda gerekli olan düzeltmeler yapılarak biyomimikri temelli ders planları görüşme formuna son hali verilmiştir. Tüm bu aşamaların akabinde son hali verilen biyomimikri temelli ders planları görüşme formu 3. sınıfta görev yapan iki sınıf öğretmeni ve 4. sınıfta görev yapan iki sınıf öğretmeni olmak üzere dört farklı sınıf öğretmenine pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Bu uygulama neticesinde biyomimikri temelli ders planları görüşme formunun nihai hali oluşturulmuştur.

3.4 Veri Toplama Süreci

Bu aşamada 19 öğretmenle görüşme yapılmıştır. Görüşme öncesinde öğretmenlere BTDPGF görüşme sorularının yapısı, amacı ve içeriği hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Görüşmeler öğretmenlerin okullarında gerçekleştirilmiştir. Öncesinde öğretmenlerle yapılan telefon görüşmeleri ile randevu alınmış ve ardından çalıştıkları okulda görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler okulda yer alan boş ve kimsenin olmadığı bir odada gerçekleştirilmiştir. Katılımcılarla yapılan görüşmeler ortalama 30 dakika sürmüştür. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ardından kayıtlar yazılı olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda örneklem alma süreci veri doygunluğu sağlanana kadar devam etmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda 19 öğretmen ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.1’de nitel araştırmaya katılım sağlayan katılımcıların demografik özelliklerine yer verilmektedir.

3.5 Veri Analizi

Katılımcıların BTDPGF görüşme sorularına verdikleri cevaplardan oluşan yanıtlar içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizi, bireylerarası iletişim kayıtlarının (sözlü, yazılı, basılı, görüntülü, dijital vb.) geçerli çıkarımlar yapmasına olanak sağlayan nitel analiz yöntemidir (Cohen, Manion ve Morisson. 2007). Nitel araştırmalarda verilerin analizi için kullanılan temel yöntemlerden biri içerik analizidir. İçerik analizinde elde edilen verileri açıklayabilecek kavram ve ilişkilere varılmak amaç edinilmektedir (Sığı, 2021). Tümevarımcı analiz verilerin tanımlanmaya ve bu tanımlardan yola çıkılarak yorumlamaya çalışır. Temelde süreç; birbirine benzeyen verilerden belirlenen kavramlar ve temalar oluşturmak ve bunları anlaşılabilir bir şekilde yorumlama ve sonuçlara ulaşma şeklinde gerçekleşmektedir. Bu sürecin aşamaları verilerin kodlanması, temaların belirlenmesi, verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması ve bulguların yorumlanması şeklinde sıralanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Verilerin kodlanması: Kendi içinde anlamlı bir bütün oluşturan bu bölümler araştırmacı tarafından kodlanmıştır.

Temaların belirlenmesi: Önce belirlenen kodlar bir araya getirilerek incelenmiş ve bulunan ortak yönler dâhilinde verileri, genel düzeyde açıklayabilen ve kodları belirli kategorilerde toplayabilen temalarla eşleştirilmiştir.

Verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması: Bu aşamada araştırmacı tarafından elde edilen veriler düzenlenmiştir. Veriler, okuyucunun anlayabileceği bir dille tanımlanmış, açıklanmış ve sunulmuştur.

Bulguların yorumlanması: Araştırmacı tarafından son aşamada, toplanılan verilere anlam kazandırmak için bulgular arası ilişkiler açıklanmış, neden-sonuç ilişkileri kurulmuş, bulgulardan birtakım sonuçlar çıkarılmış ve elde edilen sonuçların önemine ilişkin açıklamalar yapılmıştır.

Doküman analizleri ve görüşmelerin analizi tamamlandıktan sonraki aşamada yapılan görüşmelerden elde edilen bulgu ve sonuçlara dayanılarak hazırlanan tablolarla ilgili diğer bulgular ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

Araştırmada veri toplama araçları ile elde edilen veriler nitel veri analizi için kullanılan MAXQDA 2020 sürümü kullanılmıştır. MAXQDA nitel ve karma araştırma yöntemleri ile yürütülen çalışmaların veri analizi sürecinde kullanılan programlar arasındadır. Program hem Mac hem de Windows işletim sistemleri ile kullanılabilme imkânı sunmaktadır. MAXQDA, nitel metin analizlerinden karma yöntem yaklaşımlarına, literatür incelemesinden keşif pazar araştırmasına kadar birçok amaçla kullanım imkanı sağlamaktadır (MAXQDA). Bu program araştırmacılara elde ettikleri nitel verileri sistematik biçimde değerlendirebilme ve yorumlama yoluyla teorilerini deneme ve geliştirmeleri olanağı sağlamaktadır (Creswell & Miller, 2000).

Program verilerin analiz edilmesi için üç başlık altında araştırmacılara çeşitli seçenekler sunmaktadır. Seçeneklerden betimsel bulgular ve karşılaştırmalı bulgulardır.

- Betimsel bulgular seçeneğinde istenilen veriler kodlandıktan ve düzenlendikten sonra frekans tablosu, kod alt kod bölümler modeli ve kod bulutu kullanılarak veriler analiz edilmiştir.
- Karşılaştırmalı bulgular seçeneğinde belgeler için değişken olarak kullanılan kodlar çapraz tablo, kod matris tarayıcısı, belge karşılaştırma tablosu ve iki vaka modeli kullanılarak nitel analiz yapılmıştır.

3.6 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Miles ve Huberman (2015), verilerin kaliteli olması için nesnellik, iç ve dış geçerlilik, güvenilirlik/denetlenebilirlik ve pratiklik için belirli standartların karşılanması gerektiğini vurgulamıştır. Birçok nitel araştırmacı geçerlik ve güvenirlik terimlerini kullanmak yerine uygulanabilirlik, uygunluk, inandırıcılık, dürüstlük, doğruluk, değer, doğrulama, güvenilebilirlik, transfer edilebilirlik vb. kavramları nitel çalışmalarda kullanmışlardır. Bu kavramlar arasında inandırıcılık (iç geçerlik), transfer edilebilirlik (dış geçerlik),

güvenilebilirlik (güvenilirlik) ve doğrulanabilirlik (objektiflik) kavramları öne çıkmaktadır (Tekindal, 2021). Bu kapsamda araştırmanın geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları dört başlık altında gerçekleştirilmiştir.

3.6.1 İnandırıcılık

Araştırma süresince araştırmacı, uygulayıcı öğretmenlerle haftalık periyodlarla görüşmeler yaparak öğrencilerin etkinliklerini inceleme imkânı bulmuştur. Ayrıca uygulamanın altı hafta süresince gerçekleşmesinden, araştırmacının derin odaklı veri toplamayı sağladığı düşünülmektedir. Araştırma modelinin belirlenmesi, ders planlarının geliştirilmesi, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, uygulanması, analiz edilmesi, bulgulara dönüştürülmesi ve sonuçların yazımına kadar tüm aşamalarda alan uzmanlarıyla görüşmeler yapılması araştırmanın inandırıcılığı adına gerekli olan uzman inceleme koşulunu sağlamak için gerçekleştirilmiştir.

Miles ve Huberman (1994), nitel araştırmalarda inandırıcılığın sağlanabilmesi için araştırmacının cevaplaması gereken soruları şöyle sıralamıştır;

- Bulgular, veri toplama sürecinin gerçekleştirildiği ortam dikkate alındığında anlamlı mıdır?
- Bulgular sonucunda ortaya çıkan kavramlar anlamlı bir bütünlük oluşturmakta mıdır?
- Elde edilen bulgular, daha önceki kavramsal çerçeveye uyumlu mudur?
- Bulguları teyit etmek için uygun strateji ve kurallar kullanılmış mıdır?
- Bulguları açıklama için alternatif yaklaşımlar kullanılmış mıdır?
- Araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlar doğrultusunda geliştirilen tahmin ve genellemeler tutalı mıdır?

3.6.2 Transfer Edilebilirlik

Araştırmada verilere sadık kalınmaya dikkat edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgular doğrudan alıntılanarak kullanılmıştır. Problem durumu olarak fen eğitiminde yeni yaklaşım olan biyomimikri anlayışının gerekliliğinin saptaması ve problem durumuna uygun olarak katılımcıların belirlenmesi amacıyla amaçlı örneklem yöntemi kullanılmıştır. Verilerin toplanması ve analiz edilmesi sürecinde ayrıntılı açıklamalar yapılması yoluyla transfer edilebilirliğe katkı sağlanmıştır.

Miles ve Huberman (1994), nitel araştırmalarda transfer edilebilirliğin sağlanabilmesi için araştırmacının cevaplaması gereken soruları Őyle sıralamıştır;

- Araştırmanın katılımcı belirlenmesi s¼reci, uygulama ortamının seçimi ve uygulama s¼reci diğer ¼rneklerle karşılaştırma imkânı yapmaya uygun olarak detaylandırılmış mıdır?
- Araştırmanın ¼rnekleme genelleme yapılmasına uygun olarak kapsamlı ve çeşitli midir?
- Okuyucu araştırma sonuçlarını kendi yaşantısıyla bağdaştırabilmekte midir?
- Araştırma sonuçları, araştırma sorularının ilgili kuramlarıyla tutarlı mıdır?
- Araştırma bulguları benzer ortamlarda kolaylıkla denenebilir midir?

3.6.3 Doğrulanabilirlik

Rastgele seçilen ¼ katılımcının (toplamın %16'sı) g¼r¼řmeleri kaydedilmiş ve eğitim alanında doktora yapmış başka bir araştırmacı tarafından seçilen konulara g¼re kodlandırılmıştır. Doğruluğu ¼lmek için Miles ve Huberman'ın (2015) g¼venirlik form¼l¼ tekniği uygulanmıştır. Form¼l ise Şu Őekildedir:

$$\text{G¼venirlik Form¼l¼} = \frac{\text{G¼venirlik G¼r¼ř Birliği}}{\text{G¼r¼ř Birliği} + \text{G¼r¼ř Ayrılığı}}$$

Metinleri kodlamak için iki kodlayıcı kullanılmış ve ardından Miles ve Huberman tarafından geliştirilen form¼l kullanılarak bir g¼venirlik katsayısı hesaplanmıştır. Analiz sonuçları, kodlayıcılar arasındaki g¼venirlik skorunun 0,82 olduğunu ortaya koymuştur. Miles & Huberman, 2015'e g¼re iki kodlayıcı arasında en az %80 oranında bir uyum olması gerekmektedir. Sonuç olarak, 0.82'lik g¼venirlik skorunun tatmin edici olduğu sonucuna varılabilir.

3.6.4 Teyit Edilebilirlik

Araştırmada veri toplama araçlarının uzmanlar rehberliğinde geliştirilmesi, araştırma sonuçlarının verilerle karşılaştırılması, ilk aşama uygulaması yapılması ve araştırma s¼resince uzman g¼r¼řleri alınması, araştırmanın tarafsız y¼r¼t¼lmesinin teyit edilebilirliği desteklediği d¼ř¼n¼lmektedir.

Bir araştırmanın teyit edilebilirliğinin sağlanabilmesi, araştırmacının elde ettiği bulguların diğer bir deyişle elde edilen verilerin kaynağına kadar izlenebilmesi olarak

kaydedilmiş olması gerekir. Kayıtların denetlenebilmesi, aşamalı olarak açıklanmasıyla sağlanır (Miles & Huberman, 2015).

3.7 Ders Planları ve Uygulama

3.7.1 Biyomimikri Temelli Öğretmen Ders Kitapçığı

Biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığının hazırlanması için öncelikle literatür taraması yapılmış, ilkökul fen bilgisi konulu ders uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Gerçekleştirilen araştırmalar incelendiğinde Fen Bilimleri dersi öğretim programının yapısı ve doğasına uygun olan ders kitapçığı planları tespit edilmiştir. Bu kapsamda GEF tarafından geliştirilen Biomimicry: The Genius of Nature adlı öğretim programı tasarımı esas alınarak biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığı geliştirilmiştir. GEF tarafından geliştirilen Biomimicry: The Genius of Nature adlı öğretim programı tasarımının esas alınmasında ders süresi, kazanımlar, üniteler ve uygulama metodolojisi bakımından Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilgisi Öğretim Programı ile uyumlu bir yapıya sahip olmasına dikkat edilmiştir.

Biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığı geliştirilirken 5E Öğrenme Modeli kullanılmıştır. 5E Öğrenme Modeli, yapılandırmacı eğitim anlayışına uygunluk, keşif ve sorgulama odaklı bilim eğitimi anlayışına uygunluk, günlük hayat problemi uygulamalarına ve biyomimikri uygulamalarına uygunluk dikkate alınmıştır. 5E Öğrenme Modeli; Giriş-Dikkat Çekme, Keşif, Açıklama, Genişletme-Derinleştirme ve Değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Giriş-Dikkat Çekme aşamasında Bilgi Temelli Günlük Hayat Problemi, Keşif ve Açıklama aşamalarında Fen Bilimleri Çalışma Yaprakları ve Genişletme-Derinleştirme ve Değerlendirme aşamalarında Biyomimikri Çalışma Yaprakları geliştirilmiştir. Burada amaç giriş-dikkat çekme aşamasında öğrencilerin merak duygusunun harekete geçirilmesi, keşif ve açıklama aşamalarında öğrencilerin önbilgilerinin harekete geçirilerek hedef kazanımların aktarılması, genişletme-derinleştirme aşamasında öğrencilere biyomimikri anlayışı kazandırılarak tasarım geliştirmeleri, son olarak değerlendirme aşamasında hazırladıkları tasarımları farklı meslek rollerine bürünerek değerlendirerek geliştirmeleri hedeflenmiştir.

Biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığı geliştirilirken Fen Bilgisi Öğretim Programı kapsamında biyomimikrinin disiplinlerarası bir metodoloji ile uygulanabilmesine uyum sağlayabileceği düşünülen ünite ve kazanımlar araştırılmıştır. Bu kapsamda daha önce gerçekleştirilen biyomimikri konulu araştırmalarda incelenmiştir. İlgili literatür taraması

sonrası biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığının geliştirilmesi için 3. sınıf fen bilimleri dersinde “Çevremizdeki Işık ve Sesler” ünitesi, 4. sınıf fen bilimleri dersinde “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” ünitesi belirlenmiştir.

Belirlenen ünitelerin Fen Bilgisi Öğretim Programı’ndaki ders saatleri esas alınarak biyomimikri temelli ders planları on ikişer ders saati olarak tasarlanmıştır. Her bir ders saati 40 dakika olarak planlanmıştır. Her iki sınıf kademesinde de fen bilimleri dersi hafta üç saat olarak gerçekleştirildiğinden dolayı ders planları dörder haftalık süreyle uygulanmıştır.

Hazırlanan biyomimikri temelli öğretmen ders kitapçığı içerisinde aktarılması planlanan kazanımlara ayrı ayrı ayrılan süre ve gerçekleştirilecek uygulamaların, öğretmenler tarafından nasıl uygulanacağı detaylıca açıklanmıştır. Ayrıca üniteler kapsamında farklı derslerin kazanımlarına atıflar yapılarak biyomimikri temelli ders kitapçığının disiplinlerarası yaklaşımla gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

3.7.2 Fen Bilimleri Çalışma Yaprakları

Çevremizdeki ışık ve sesler ünitesi çalışma yaprakları geliştirilmeden önce Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2021-2022 eğitim öğretim yılında kullanılmakta olan Fen Bilimleri 3. Sınıf Ders Kitabı, Fen Bilimleri 4. Sınıf Ders Kitabı, Milli Eğitim Fen Bilimleri Öğretim Programı ve Biomimicry: The Genius of Nature adlı öğretim programı tasarımı incelenmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programı incelenerek öğrencilere indirilmesi planlanan kazanımlar, Fen Bilgisi 3. Sınıf Ders Kitabı ve Fen Bilimleri 4. Sınıf Ders Kitabı incelenerek Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu’nun onayladığı uygulamalar çerçevesi belirlenmiştir. Akabinde Biomimicry: The Genius of Nature adlı öğretim programı incelenerek çalışma yapraklarına biyomimikri anlayışı kazandırılması amaçlanmıştır. Bu süreçlerin akabinde taslak olarak hazırlanan çalışma yaprakları iki fen bilgisi alan uzmanına sonra iki sınıf öğretmenine uzman görüşü alınmak üzere gönderilmiştir. Uzman görüşleri sonrası çalışma yaprakları son haline ulaştırılmıştır. Bu süreçle birlikte çalışma yaprakları, öğrencilerin biyomimikri etkinlikleri öncesi hazır bulunuşluk seviyelerinin artırılmasını sağlamıştır.

3.7.3 Biyomimikri Çalışma Yaprakları

Eylem araştırmalarında, gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda üretilen çalışma kâğıtları araştırma amacına uygun olarak tatbik edilmiş ise katılımcıların görüş, düşünce,

araştırma konusuna yaklaşımları, yorumlama biçimleri ve perspektiflerini yansıtacaktır (Şimşek ve Yıldırım, 2013). Bu kapsamda biyomimikri çalışma yaprakları geliştirilmeden önce biyomimikri konulu araştırmalar taranmıştır. Yapılan literatür taramasında biyomimikri konulu geliştirilen uygulamalara farklı eğitim kademelerinde rastlanmıştır. Çoban (2019), biyomimikrinin fen bilimleri eğitimine uyarlanması konulu çalışmasında doğadaki canlıların fonksiyonlarını öğrencilere keşfettirerek bu fonksiyonların belirlenen problemlere çözüm olarak kullanımı gerçekleştirilmiştir. Gökğöz (2022), öğretmen adaylarının dolaşım sistemi ünitesinde edinilen bilgileri biyomimikri çalışmasında kullanması amaç edinilmiştir. Ulaşılan biyomimikri uygulamalarının ders sonrası ve müfredat dışı gerçekleştirildiği belirlenmiştir.

Geliştirilecek olan biyomimikri uygulamasının ilgili müfredat ile tam uyumlu olması hedeflenmiştir. 3. sınıf fen bilimleri dersinde “Çevremizdeki Işık ve Sesler” ünitesi ve 4. sınıf fen bilimleri dersinde “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” ünitesi için geliştirilebilecek biyomimikri çalışma yaprakları için literatür taraması yapılmıştır.

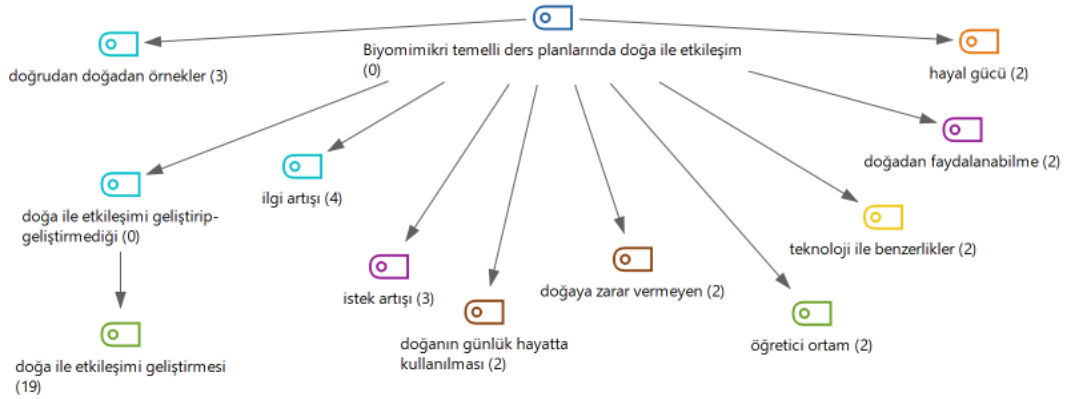
Çevremizdeki Işık ve Sesler ünitesi kapsamında Kandemir (2022) çalışmasında LED’lerin ateş böceklerini ilham alınarak geliştirildiğinin anlatıldığı metine ulaşılmıştır. Aydınlatma ve Ses Teknolojileri ünitesi kapsamında Öztürk (2015) çalışmasında hızlı trenlerin yalıtımını kuşu ilham alınarak geliştirildiğinin anlatıldığı metne ulaşılmıştır. Bu metinler kullanılarak biyomimikri anlayışı öğrencilere kavratılmış ardından öğrencilerin bilgi temelli hayat problemlerine yönelik çözümler üretmeleri sağlanmıştır.

Geliştirilen biyomimikri çalışma yaprakları, biyomimikri alanında çalışmaları bulunan iki uzmana gönderilerek uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri sonrası gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Gerekli düzeltmeler sonrası biyomimikri çalışma yaprakları son hallerine ulaştırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Doğa İle Etkileşime İlişkin Bulgular

Şekil 4.1’de araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında doğa ile etkileşime ilişkin kodlar yer almaktadır.

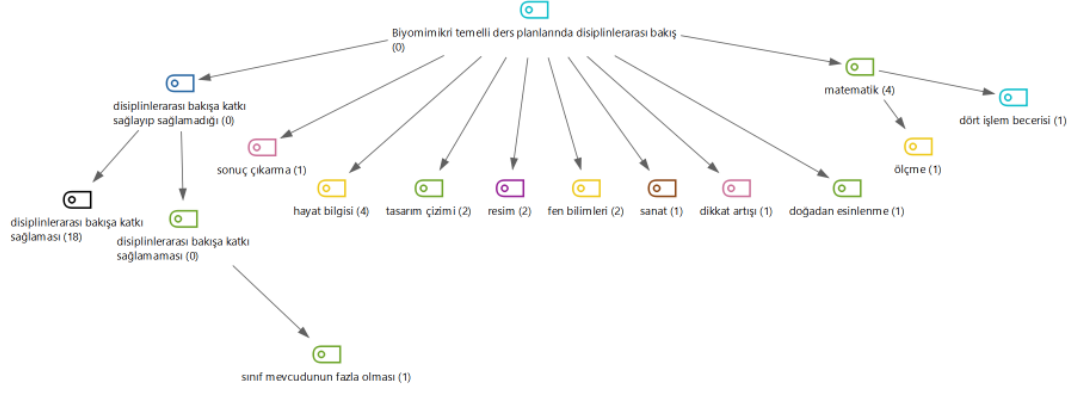


Şekil 4. 1. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında doğa ile etkileşime İlişkin Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli

Katılımcı öğretmenler tarafından belirtilen görüşler doğrultusunda; biyomimikri temelli ders planlarında doğa ile etkileşimle ilgili kodlar; ilgi artışı(f=4), istek artışı(f=3), doğrudan doğadan örnekler(f=3), öğretici ortam(f=2), hayal gücü(f=2), teknoloji ile benzerlikler(f=2), doğaya zarar vermeyen(f=2), doğanın günlük hayatta kullanılması(f=2), doğadan faydalanabilme(f=2) ve öğretici ortam(f=2)dir. Doğa ile etkileşimi geliştirip geliştirmedeği teması altında doğa ile etkileşimi geliştirmesi(f=19) kodu bulunmaktadır. Doğa ile etkileşim konusunda ilgi artışı, istek artışı, doğrudan doğadan örnekler, öğretici ortam, hayal gücü, teknoloji ile benzerlikler, doğaya zarar vermeyen, doğanın günlük hayatta kullanılması, doğadan faydalanabilme yer almaktadır.

4.2 Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Disiplinlerarası Bakışına İlişkin Bulgular

Şekil 4.2’de araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında disiplinlerarası bakışına ilişkin kodlar yer almaktadır.

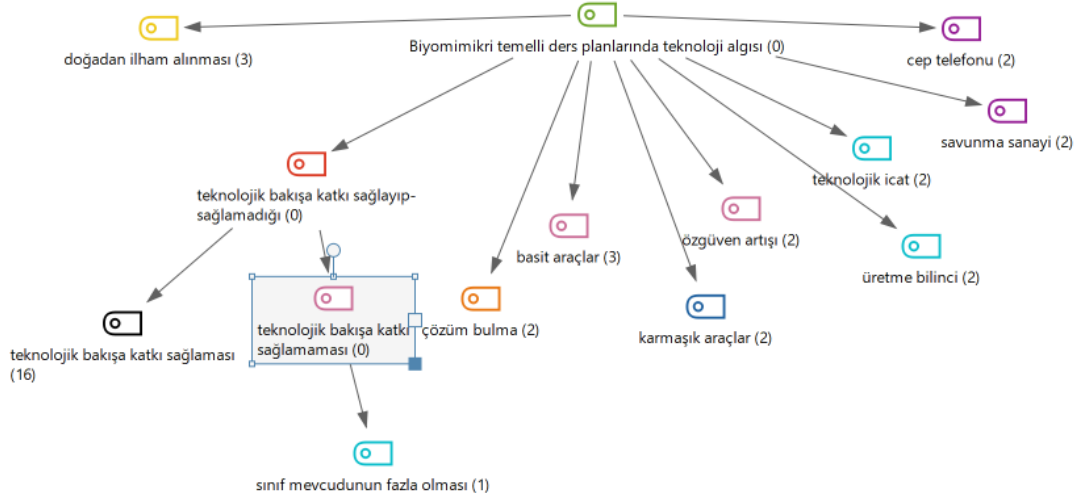


Şekil 4. 2. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Disiplinlerarası Bakışa İlişkin Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli

Katılımcı öğretmenler tarafından belirtilen görüşler doğrultusunda; biyomimikri temelli ders planlarında disiplinlerarası bakışı ile ilgili kodlar; matematik(f=4), hayat bilgisi(f=4), tasarım çizimi(f=2), resim(f=2), fen bilimleri(f=2), sanat(f=1), sonuç çıkarma(f=1), doğadan esinlenme(f=1) ve dikkat artışı(f=1)dır. Disiplinlerarası bakışa katkı sağlayıp sağlamadığı teması altında disiplinlerarası bakışa katkı sağlamaması(f=0) ve disiplinlerarası bakışa katkı sağlaması(f=18) kodu bulunmaktadır. Disiplinlerarası bakışa katkı sağlamaması kodu altında sınıf mevcudunun fazla olması(f=1) alt kodu bulunmaktadır. Disiplinlerarası bakış konusunda matematik, hayat bilgisi, tasarım çizimi, resim, fen bilimleri yer almaktadır.

4.3 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Teknoloji Algısına İlişkin Bulgular

Şekil 4.3’de araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında teknoloji algısına ilişkin kodlar yer almaktadır.

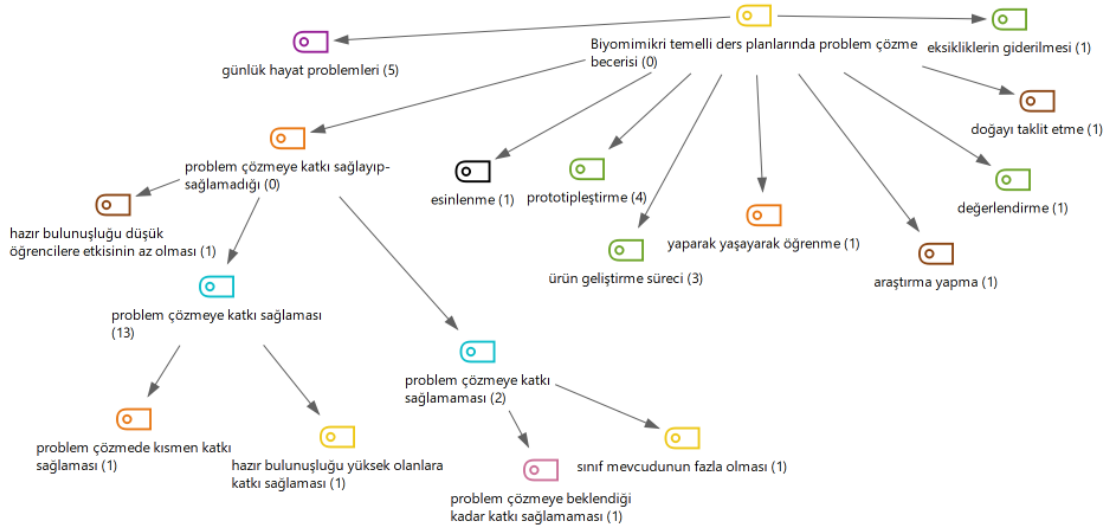


Şekil 4. 3. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Teknoloji Algısına İlişkin Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli

Katılımcı öğretmenler tarafından belirtilen görüşler doğrultusunda; biyomimikri temelli ders planlarında teknoloji algısı ile ilgili kodlar; basit araçlar($f=3$), doğadan ilham alınması($f=3$), karmaşık araçlar($f=2$), çözüm bulma($f=2$), teknolojik icat($f=2$), üretme bilinci($f=2$), cep telefonu($f=2$), özgüven artışı($f=2$), savunma sanayi($f=2$)dir. Teknoloji algısına katkı sağlayıp sağlamadığı teması altında teknolojik bakışa katkı sağlama($f=16$) ve teknolojik bakışa katkı sağlamaması($f=0$) kodu bulunmaktadır. Teknoloji algısına katkı sağlamaması kodu altında sınıf mevcudunun fazla olması($f=1$) alt kodu bulunmaktadır. Teknoloji algısı konusunda basit araçlar, doğadan ilham alınması, karmaşık araçlar, çözüm bulma, teknolojik icat, üretme bilinci, cep telefonu, özgüven artışı, savunma sanayi, teknolojinin kullanımı yer almaktadır.

4.4 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Problem Çözme Becerisine İlişkin Bulgular

Şekil 4.4'de araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında yaratıcı düşünmeye ilişkin kodlar yer almaktadır.

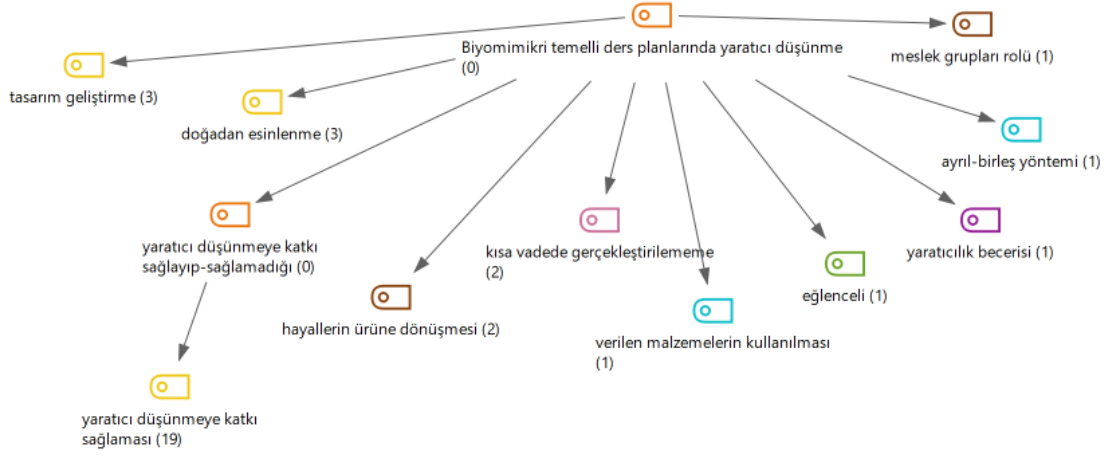


Şekil 4. 4. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında problem çözme becerisine İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli

Katılımcı öğretmenler tarafından belirtilen görüşler doğrultusunda; biyomimikri temelli ders planlarında problem çözme becerisi ile ilgili kodlar; günlük hayat problemleri($f=5$), prototipleştirme($f=4$), ürün geliştirme süreci($f=3$), esinlenme($f=1$), yaparak yaşayarak öğrenme($f=1$), araştırma yapma($f=1$), değerlendirme($f=1$), doğayı taklit etme($f=1$), eksikliklerin giderilmesi($f=1$)dir. Problem çözme becerisine katkı sağlayıp sağlamadığı teması altında problem çözme becerisine katkı sağlamaması($f=2$), problem çözme becerisine katkı sağlaması($f=13$) ve hazır bulunuşluğu düşük öğrencilere etkisinin az olması($f=1$) kodu bulunmaktadır. Problem çözme becerisine katkı sağlamaması kodu altında problem çözmeye beklediği kadar katkı sağlamaması($f=1$) ve sınıf mevcudunun fazla olması($f=1$) alt kodları bulunmaktadır. Problem çözme becerisine katkı sağlaması kodu altında problem çözmeye katkı sağlamaması($f=1$) ve hazır bulunuşluğu yüksek olanlara katkı sağlamaması($f=1$) alt kodları bulunmaktadır. Problem çözme becerisi konusunda günlük hayat problemleri, prototipleştirme, ürün geliştirme sürecine katkı sağlamıştır.

4.5 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yaratıcı Düşünmeye İlişkin Bulgular

Şekil 4.5'te araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında yaratıcı düşünmeye ilişkin kodlar yer almaktadır.

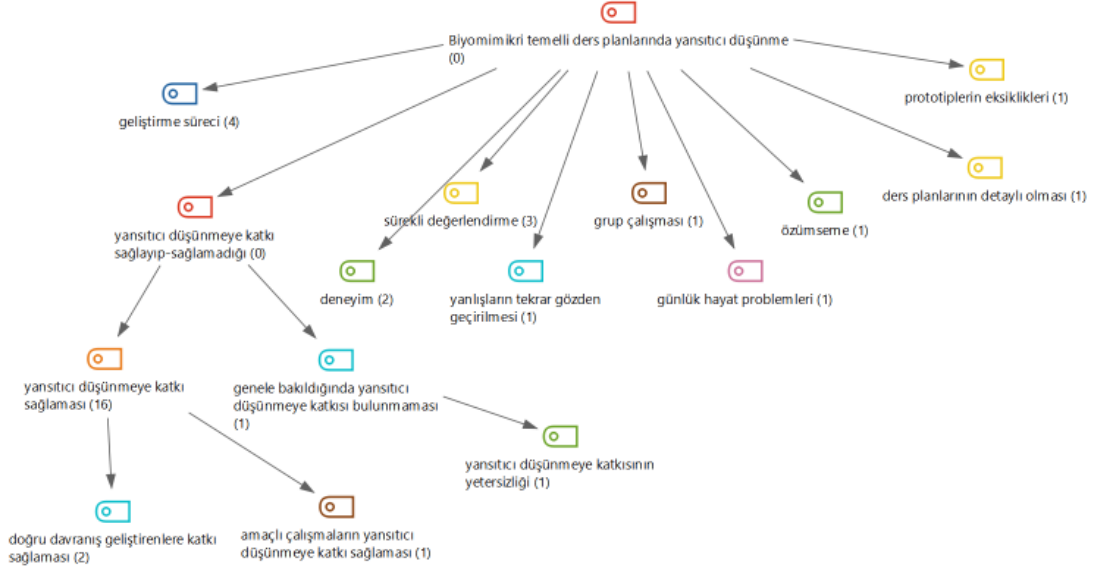


Şekil 4. 5. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yaratıcı Düşünmeye İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli

Katılımcı öğretmenler tarafından belirtilen görüşler doğrultusunda; biyomimikri temelli ders planlarında yaratıcı düşünmeyle ilgili kodlar; doğadan esinlenme($f=3$), tasarım geliştirme($f=3$), kısada vadede gerçekleştirilememe($f=2$), hayallerin ürüne dönüşmesi($f=2$), verilen malzemelerin kullanılması($f=1$), eğlenceli($f=1$), yaratıcılık becerisi($f=1$), ayrıl birleş yöntemi($f=1$) ve meslek grupları rolü($f=1$)dür. Yaratıcı düşünmeye katkı sağlayıp sağlamadığı teması altında yaratıcı düşünmeye katkı sağlama($f=19$) kodu bulunmaktadır. Yaratıcı düşünme konusunda doğadan esinlenme, tasarım geliştirme, kısada vadede gerçekleştirilememe, hayallerin ürüne dönüşmesinin önem arz ettiği görülmüştür.

4.6 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yansıtıcı Düşünmeye İlişkin Bulgular

Şekil 4.6’da araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında yansıtıcı düşünmeye ilişkin kodlar yer almaktadır.

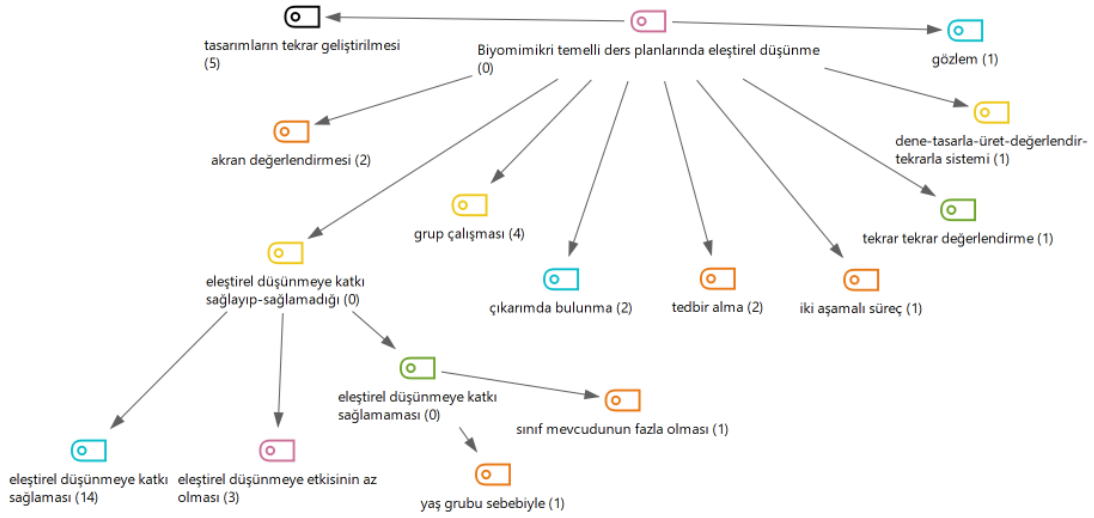


Şekil 4. 6. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yansıtıcı Düşünmeye İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen görüşmeler neticesinde elde edilen veri incelendiğinde; biyomimikri temelli ders planlarında yansıtıcı düşünmeye ile ilgili kodlar; geliştirme süreci($f=4$), sürekli değerlendirme($f=3$), deneyim($f=2$), yanıtların gözden geçirilmesi($f=1$), grup çalışması($f=1$), günlük hayat problemleri($f=1$), özümseme($f=1$), ders planlarının detaylı olması($f=1$) ve prototiplerin eksiklikleri ($f=1$)dir. Yansıtıcı düşünmeye katkı sağlayıp sağlamadığı teması altında genele bakıldığında yansıtıcı düşünmeye katkısının bulunmaması($f=1$) ve yansıtıcı düşünmeye katkı sağlaması($f=16$) kodları bulunmaktadır. Genele bakıldığında yansıtıcı düşünmeye katkısının bulunmaması kodu altında yansıtıcı düşünmeye katkısının yetersizliği($f=1$) alt kodu görülmüştür. Yansıtıcı düşünmeye katkı sağlaması kodu altında doğru davranış geliştirilenlere katkı sağlaması($f=2$) ve amaçlı çalışmaların yansıtıcı düşünmeye katkı sağlaması($f=1$) alt kodu bulunmuştur.

4.7 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Eleştirel Düşünmeye İlişkin Bulgular

Şekil 4.7’de araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında eleştirel düşünmeye ilişkin kodlar yer almaktadır.

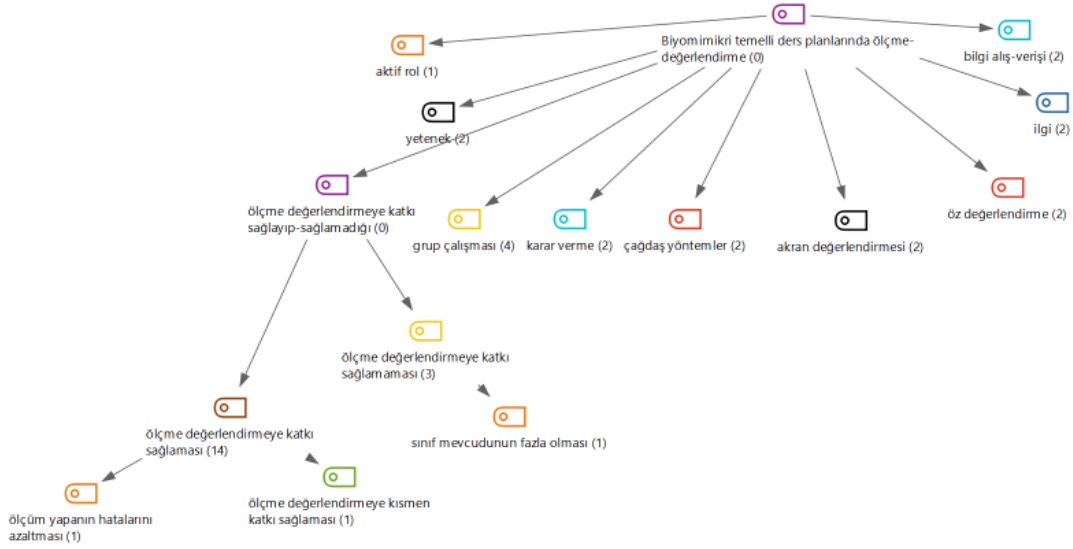


Şekil 4. 7. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Eleştirel Düşünmeye İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen görüşmeler neticesinde elde edilen veri incelendiğinde; biyomimikri temelli ders planlarında eleştirel düşünmeye ile ilgili kodlar; tasarımların tekrar geliştirilmesi($f=5$), grup çalışması($f=4$), akran değerlendirmesi($f=2$), çıkarımda bulunma($f=2$), tedbir alma($f=2$), iki aşamalı süreç($f=1$), tekrar tekrar değerlendirme($f=1$), dene-tasarla-üret-değerlendir-tekrarla sistemi($f=1$) ve gözlem($f=1$)dir. Eleştirel düşünmeye katkı sağlayıp-sağlamadığı teması altında eleştirel düşünmeye katkı sağlamaması($f=0$), Eleştirel düşünmeye katkı sağlamaması($f=14$) ve eleştirel düşünmeye etkisinin az olması($f=3$) kodları görülmüştür. Eleştirel düşünmeye katkı sağlamaması kodu altında sınıf mevcudunun fazla olması($f=1$) ve yaş grubu($f=1$) alt kodları yer almaktadır. Eleştirel düşünme kapsamında tasarımların tekrar geliştirilmesi, grup çalışması, akran değerlendirmesi, çıkarımda bulunma, tedbir alma gibi yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir.

4.8 Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Ölçme Değerlendirmeye İlişkin Bulgular

Şekil 4.8'de araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarında ölçme-değerlendirmesine ilişkin kodlar yer almaktadır.

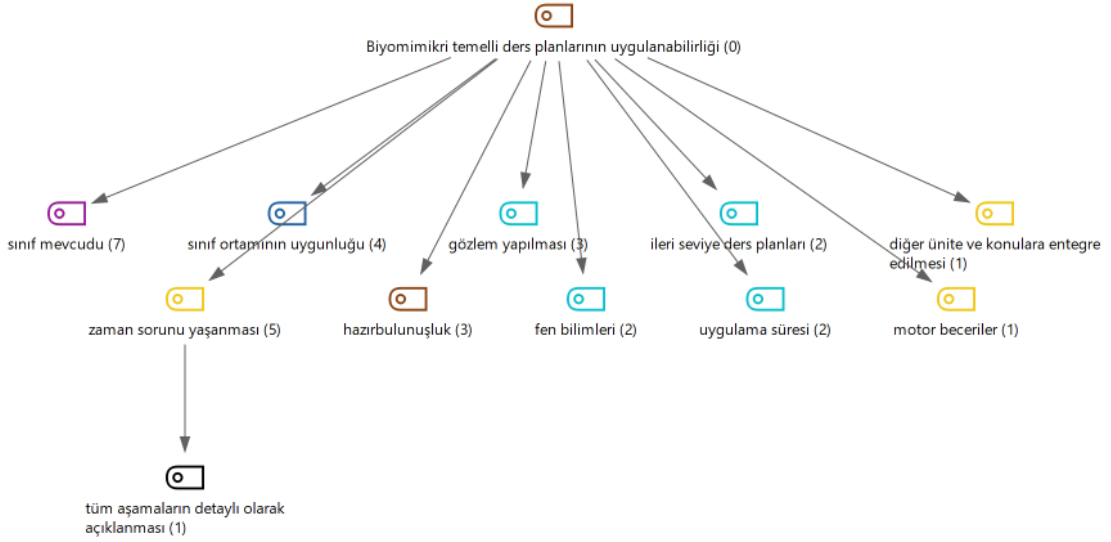


Şekil 4. 8. Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Ölçme-Değerlendirmesine İlişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen görüşmeler neticesinde elde edilen veri incelendiğinde; biyomimikri temelli ders planlarında ölçme-değerlendirmesi ile ilgili kodlar; grup çalışması(f=4), akran değerlendirilmesi(f=2), öz değerlendirme(f=2), yetenek(f=2), ilgi(f=2), bilgi alış-verişi(f=2), karar verme(f=2), çağdaş yöntemler(f=2) ve aktif roldir. Ölçme değerlendirilmeye katkı sağlayıp-sağlamadığı teması altında ölçme-değerlendirmeye katkı sağlamaması(f=3) ve ölçme-değerlendirmeye katkı sağlaması(f=14) görülmüştür. Ölçme-değerlendirmeye katkı sağlamaması kodu altında sınıf mevcudunun fazla olması(f=1) yer almaktadır. Ölçme-değerlendirmeye katkı sağlaması kodu altında ise ölçüm yapanın hatalarını azaltması(f=1) ve ölçme değerlendirilmeye kısmen katkı sağlaması(f=1) yer almaktadır. Ölçme-değerlendirme kapsamında grup çalışması, akran değerlendirilmesi, öz değerlendirme, yetenek, ilgi, bilgi alış-verişi, karar verme, çağdaş yöntemler kullanıldığı görülmektedir.

4.9 Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular

Şekil 4.9’da araştırma kapsamında elde edilen Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilirliğine ilişkin kodlar yer almaktadır.



Şekil 4. 9. Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilirliğine ilişkin hiyerarşik kod-alt kod modeli

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen görüşmeler neticesinde elde edilen veri incelendiğinde; biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilirliği ile ilgili kodlar; sınıf mevcudu($f=7$), zaman sorunu yaşanması($f=5$), sınıf ortamının uygunluğu($f=4$), gözlem yapılması($f=3$), hazırbulunuşluk($f=3$), fen bilimleri($f=2$), ileri seviye ders planları($f=2$), uygulama süresi($f=2$), motor beceriler($f=1$) ve diğer ünite ve konulara entegre edilmesi($f=1$)dir. Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilmesi için öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerinin yüksek olması, zaman sorununu ortadan kaldırılması, sınıf mevcudunun fazla olmaması, sınıf ortamının uygun olması ve gözlem yapılabilmesi gerekmektedir. Bahsi geçen şartların sağlanmasıyla biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabileceği görülmektedir.

4.10 Çapraz Tablolara İlişkin Bulgular

Tablo 4.10'da çalışma kapsamında katılımcı öğretmenlerin demografik değişkenleri olarak alınan (okuttuğu sınıf, yaş, cinsiyet, eğitim durumu) değişkenlerine göre en sık verilen kodlara yer verilmektedir.

Tablo 4. 1. Çapraz Tablolara İlişkin Bulgular

	Sınıf Seviyesi = 3. Sınıf	Sınıf Seviyesi = 4. Sınıf	Cinsiyet = Erkek	Cinsiyet = Kadın
Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Doğa İle Etkileşim	0	0	0	0
Doğrudan Doğadan Örnekler	3	0	1	2
İlgi Artışı	4	0	1	3
İstek Artışı	2	1	2	1
Doğa İle Etkileşimi Geliştirmesi	10	9	8	11
Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Disiplinlerarası Bakış	0	0	0	0
Matematik	2	2	1	3
Hayat Bilgisi	2	2	0	4
Disiplinlerarası Bakışa Katkı Sağlaması	9	9	7	11
Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Teknoloji Algısı	0	0	0	0
Doğadan İlham Alınması	1	2	2	1
Basit Araçlar	0	3	2	1
Teknolojik Bakışa Katkı Sağlayıp-Sağlamadığı	0	0	0	0
Teknolojik Bakışa Katkı Sağlaması	8	8	7	9
Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Problem Çözme Becerisi	0	0	0	0
Prototipleştirme	1	3	1	3
Ürün Geliştirme Süreci	3	0	0	3
Günlük Hayat Problemleri	3	2	2	3
Problem Çözmeye Katkı Sağlayıp-Sağlamadığı	0	0	0	0
Problem Çözmeye Katkı Sağlaması	6	7	5	8
Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yaratıcı Düşünme	0	0	0	0
Tasarım Geliştirme	1	2	1	2
Doğadan Esinlenme	3	0	2	1
Yaratıcı Düşünmeye Katkı Sağlayıp-Sağlamadığı	0	0	0	0
Yaratıcı Düşünmeye Katkı Sağlaması	10	9	8	11

Tablo 4.10'daki çapraz tabloda görüldüğü üzere, katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen görüşmeler neticesinde elde edilen veri incelendiğinde biyomimikri temelli ders planlarında doğa ile etkileşim konusunda 3.sınıf öğrencilerinin 4.sınıf öğrencilerine göre daha fazla doğrudan doğadan örnekler verdikleri, ilgi ve isteklerinde daha fazla artış olduğu düşünülmektedir.

Biyomimikri temelli ders planlarının disiplinlerarası bakış konusunda, kadın öğretmenlerin erkek öğretmenlere göre daha fazla katkısı olduğunu düşünmektedir.

Biyomimikri temelli ders planlarında teknoloji algısı konusunda 45 yaş altı öğretmenler, doğadan ilham alınması ve basit araçlar gerektiğini 45 yaş üzeri öğretmenlere göre daha çok düşünmektedir.

Biyomimikri temelli ders planlarında problem çözme becerisi konusunda 3.sınıf öğrenciler ile 4.sınıf öğrencilerin biyomimikri temelli ders planlarında problem çözme becerisine katkısı olduğunu düşünmektedir.

Biyomimikri Temelli Ders Planlarında Yaratıcı Düşünme konusunda kadın öğretmenler biyomimikrinin yaratıcı düşünmeye katkı sağladığını erkek öğretmenlere göre daha çok inanmaktadır..

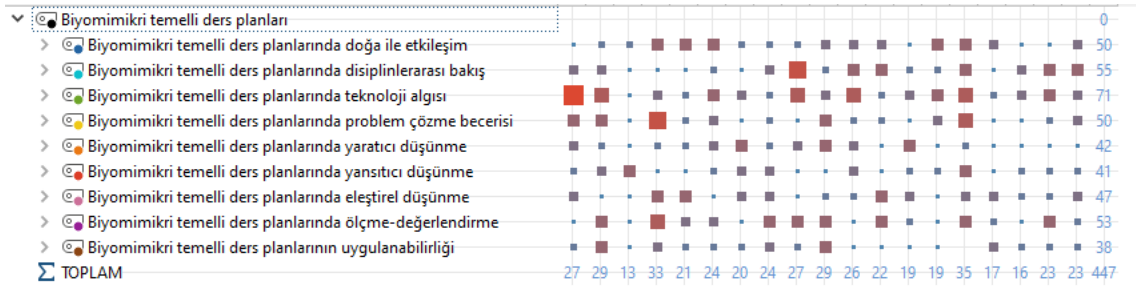
Biyomimikri temelli ders planlarında yansıtıcı düşünme konusunda 45 yaş altı öğretmenler biyomimikri temelli ders planlarında yansıtıcı düşünmeye katkı sağladığını 45 yaş üzeri öğretmenlere göre daha çok düşünmektedir.

Biyomimikri temelli ders planlarında eleştirel düşünme konusunda, 45 yaş altı öğretmenler, biyomimikri temelli ders planlarının eleştirel düşünmeye etkisinin az olduğunu ve tasarımların tekrar geliştirilmesi gerektiğini 45 yaş üzeri öğretmenlere göre daha çok düşünmektedir.

Biyomimikri temelli ders planlarında ölçme-değerlendirme katkısı olduğunu, lisans mezunu öğretmenler daha çok görmektedir. Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilirliği konusunda, 4. sınıf öğrencileri 3. sınıf öğrencilerine göre daha etkilidir.

4.11 Kod Matris Tarayıcısı İle İlgili Bulgular

Şekil 4.10'da kod matris tarayıcısı yer almaktadır. Katılımcıların verdikleri cevapların içerik analizi sonucunda kod matris tarayıcısı elde edilmiştir.

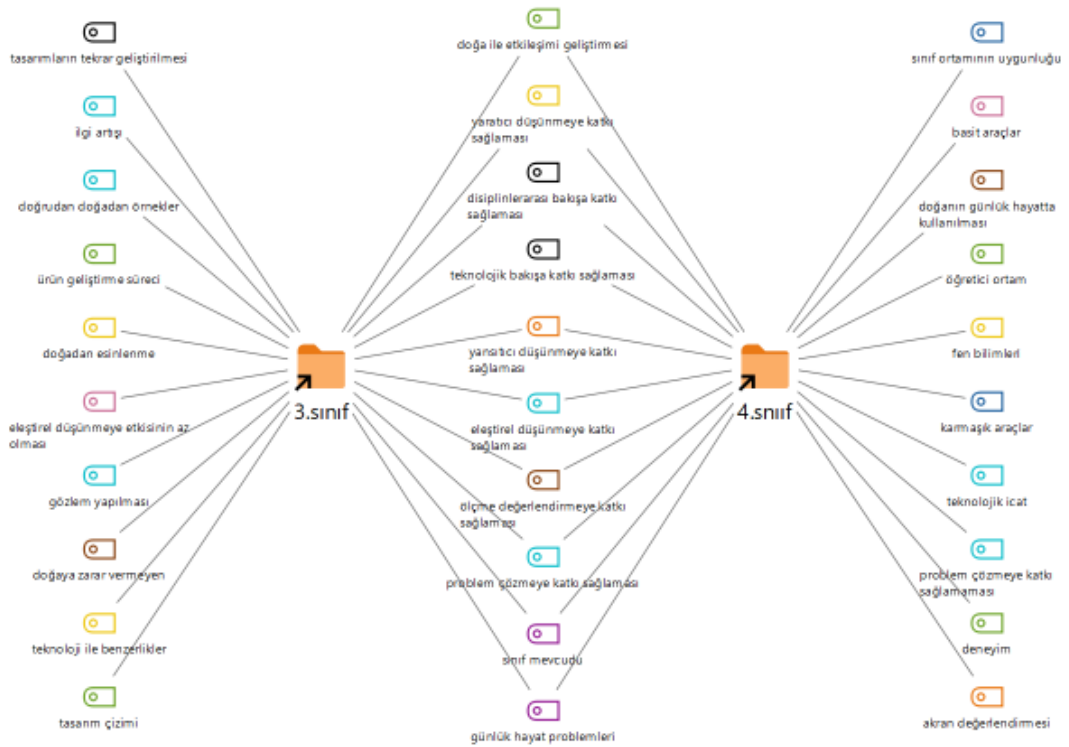


Şekil 4. 10. Kod Matrisi Tarayıcısı İle İlgili Kod Matrisi Tarayıcısı

Şekil 4.10'a göre katılımcı 1 en fazla biyomimikri temelli ders planlarında teknoloji algısına katkı sağlamıştır. Katılımcı 4 biyomimikri temelli ders planlarında problem çözme becerisi temasına katkı sağlamıştır. Katılımcı 9 ise biyomimikri temelli ders planlarında disiplinlerarası bakışa katkı sağlamıştır.

4.12 Okuttuğu Sınıf Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular

Şekil 4.11'de çalışma kapsamında katılımcı öğretmenlerden alınan demografik bilgilerden olan okuttuğu sınıf değişkenine göre iki vaka modeli verilmektedir.



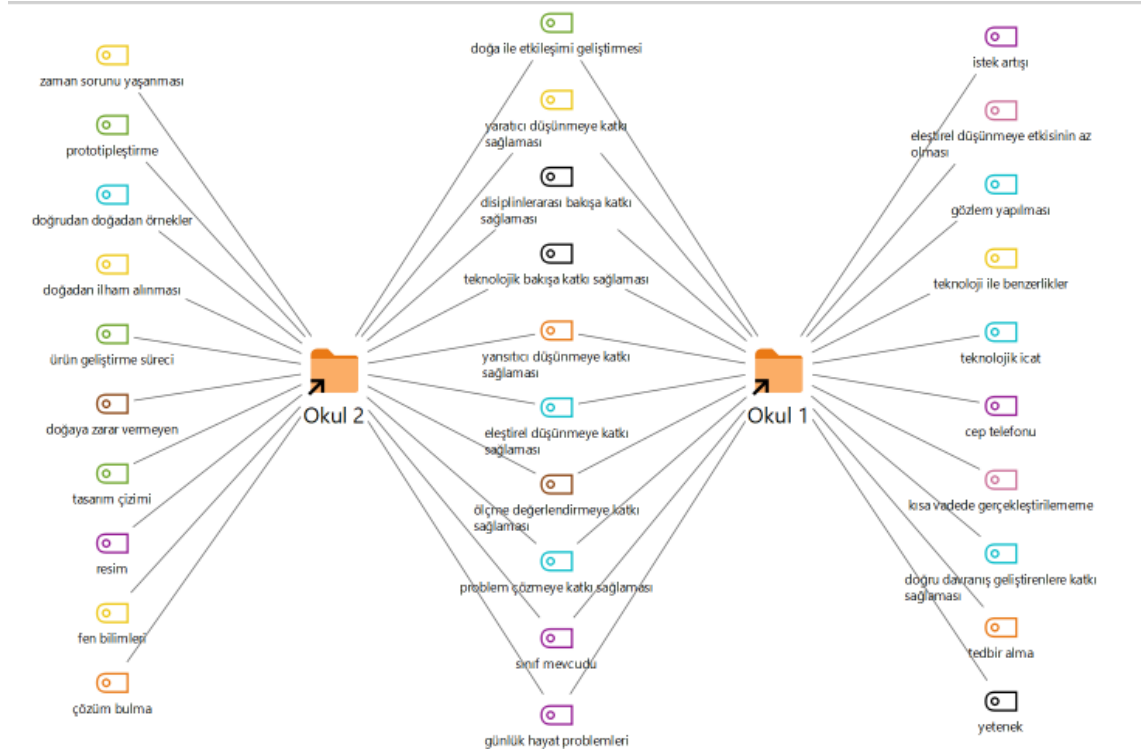
Şekil 4. 11. Okuttuğu Sınıf Değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli

3.sınıf okutan öğretmenler ile 4.sınıf okutan öğretmenler ortak olarak biyomimikri temelli ders planlarının doğa ile etkileşimi geliştirdiği, yaratıcı düşünceye, disiplinlerarası bakışa,

teknolojik bakışa, yansıtıcı düşünceye, eleştirel düşünmeye, ölçme değerlendirmeye, günlük hayat problemlerine katkı sağladığını ve sınıf mevcudunun önemli olduğunu belirtmişlerdir.

4.13 Okul Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular

Şekil 4.12’de çalışma kapsamında katılımcı öğretmenlerden alınan demografik bilgilerden olan okul değişkenine göre iki vaka modeli verilmektedir.

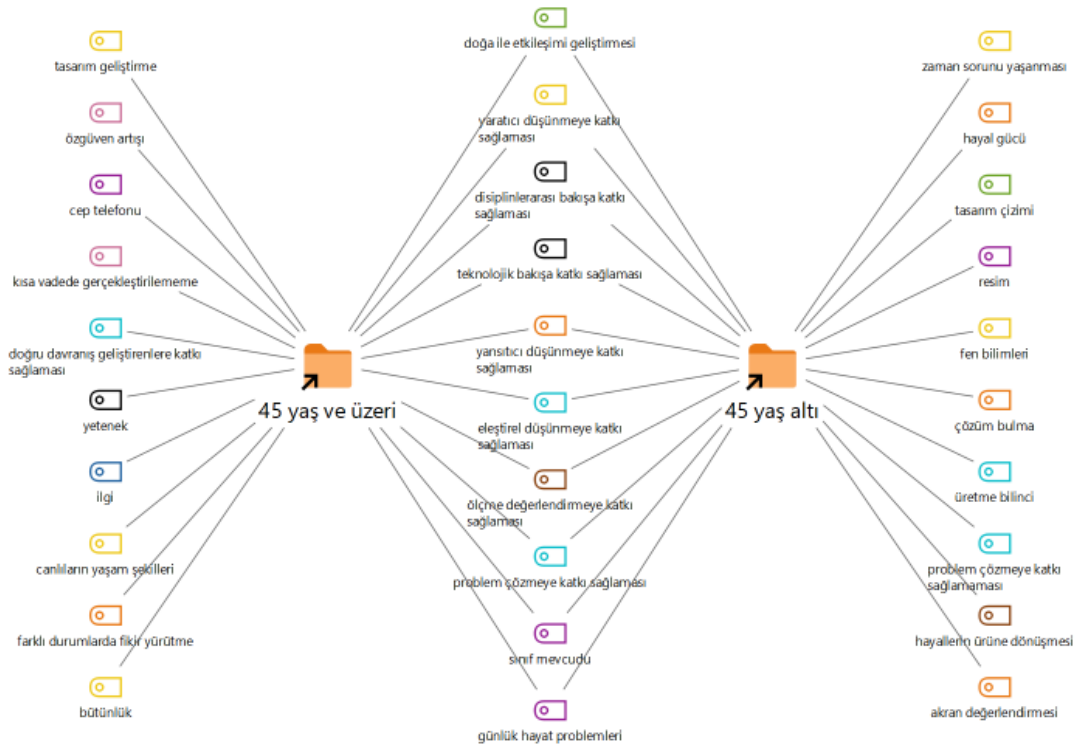


Şekil 4. 12. Okul değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli

Okul 1’deki öğretmenler ile okul 2’deki öğretmenler ortak olarak biyomimikri temelli ders planlarının doğa ile etkileşimi geliştirdiği, yaratıcı düşünceye,, disiplinlerarası ve teknolojik bakışa, yansıtıcı düşünceye, eleştirel düşünmeye, ölçme değerlendirmeye, problem çözmeye katkı sağladığı, sınıf mevcudunun önemli olduğu ve günlük hayat problemlerine katkı sağladığı yönünde görüş belirtilmiştir.

4.14 Yaş Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular

Şekil 4.13’te çalışma kapsamında katılımcı öğretmenlerden alınan demografik bilgilerden olan yaş değişkenine göre iki vaka modeli verilmektedir.

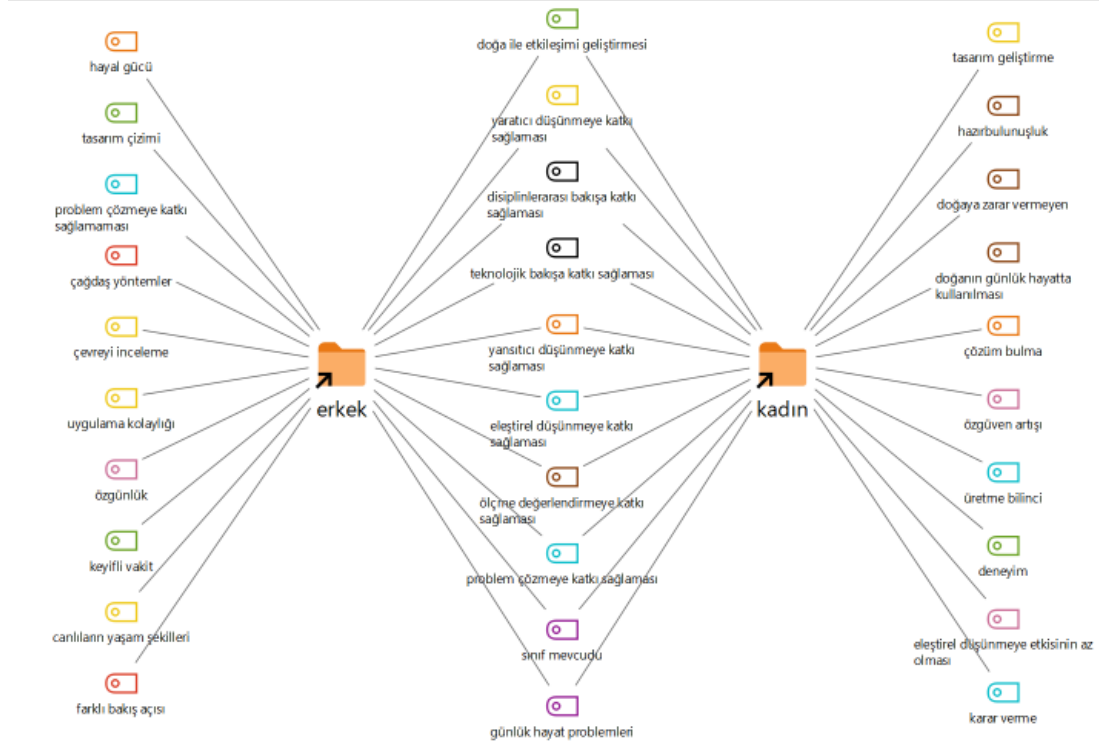


Şekil 4.13. Yaş değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli

45 yaş altı öğretmenler ile 45 yaş üzeri öğretmenler ortak olarak biyomimikri temelli ders planlarının doğa ile etkileşimi geliştirdiğini, yaratıcı düşünceye, disiplinlerarası bakışa, teknolojik bakışa, yansıtıcı düşünceye, eleştirel düşünmeye, ölçme değerlendirmeye problem çözmeye, günlük hayat problemlerine katkı sağladığını ve sınıf mevcudunun önemli olduğunu belirtmişlerdir.

4.15 Cinsiyet Değişkenine Göre İki Vaka Modeli İle İlgili Bulgular

Şekil 4.14’te çalışma kapsamında katılımcı öğretmenlerden alınan demografik bilgilerden olan cinsiyet değişkenine göre iki vaka modeli verilmektedir.



Şekil 4. 14. Cinsiyet değişkenine İlişkin İki Vaka Modeli

Erkek öğretmenler ile kadın öğretmenler ortak olarak biyomimikri temelli ders planlarının doğa ile etkileşimi geliştirdiğini, yaratıcı düşünceye, disiplinlerarası bakışa, teknolojik bakışa, yansıtıcı düşünceye, eleştirel düşünmeye, ölçme değerlendirmeye, problem çözmeye, günlük hayat problemlerine katkı sağladığını belirterek sınıf mevcudunun önemli olduğunu belirtmişlerdir.

4.16 Kod Bulutuna İlişkin Bulgular

Şekil 4.15'te kod bulutuna ilişkin şekil verilmektedir.



Şekil 4. 15. Biyomimikri Temelli Ders Planlarına İlişkin Kod Bulutu

Biyomimikri temelli ders planlarında “en sık doğa ile etkileşimi geliştirmesi” kullanılmaktadır. Sonrasında diğer kodların geldiği görülmektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1 Uygulama Öncesine Ait Sonuçlar

Araştırma sürecinde uygulama yapılmadan önce;

- Biyomimikri eğitim anlayışının, STEM eğitimi anlayışının tasarım basamağında kullanımına entegre edilmesine yönelik çalışmalar olduğu,
- Farklı branşlardaki öğretmenlerin biyomimikri farkındalıklarının yetersiz olduğu,
- Biyomimikri eğitimi alan öğretmenlerle yapılan çalışmalarda biyomimikri çalışmalarının kalıcı öğrenme, sürdürülebilir kalkınma ve özgün tasarım geliştirme becerisi gibi birçok becerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı,
- Fen bilgisi öğretim programında biyomimikri kazanımlarının edindirilmesine yönelik yeterli uygulamaların olmadığı,
- İlkokul öğrencilerine yönelik biyomimikri çalışmalarının yetersiz olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yıldırım (2019), çalışmasında STEM eğitimi anlayışında biyomimikri uygulamalarıyla ilgili özgün çalışma ve uygulamaların her yaş grubundaki öğrencilerle farklı bağımlı değişkenler üzerinde araştırılmasını önermektedir. Kaya (2022), çalışmasında doğada STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerilerini geliştirip aynı zamanda çevreye yönelik olumlu tutumlarını artırdığını kanıtlarken ayrıca bu çalışmaların farklı kademelerde gerçekleştirilmesinin önemli olduğunu belirtmiştir. Avcı (2019), araştırmasının sonunda okullarda STEM temelli uygulamaların kullanılmasını önermektedir.

Çakır (2019, biyoloji öğretmen adaylarının biyomimikri farkındalıklarını araştırdığı çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının doğadaki tasarımlar hakkında farkındalıklarının yetersiz olduğunu belirlerken başta biyoloji öğretmenleri olmak üzere tüm öğretmenlerin meslek öncesi eğitimlerinde biyomimikri kavramı hakkında bilgi ve farkındalıklarının artırılacak çalışmalar yapılmasını önermektedir. Kandemir vd. (2022), çalışmasında öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini fizik bilimi kavramları ile ilişkilendirme becerilerinin yeterli olduğunu belirlemiştir.

Ersanlı (2016), çalışması sonucunda fizik dersinde biyomimikri eğitim anlayışının kullanıldığı uygulamaların öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırdığı, günlük

yaşantılarıyla ilişkilendirdiği, ilgi ve tutumlarını artırdığı böylece öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve kalıcılaştırdığını belirlemiştir. Yakışan ve Velioğlu (2019), ilkokul 4. sınıf öğrencileri üzerinde yürüttükleri çalışmada öğrencilerin doğadaki canlılardan esinlenerek kolaylıkla teknolojik ürünler tasarlayabildikleri sonucuna ulaşmışlardır. Gökğöz (2022), lise öğrencileri üzerinde yürüttüğü çalışmada kalbin yapısını keşfetmelerini sağlamış ve çalışma mekanizmasını biçimsel ve işlevsel olarak teknolojik ürünler geliştirmeleri amacıyla kullanmıştır. Öğrencilerin sosyokültürel çevrelerine uygun olarak tasarımlar ürettikleri belirlenmiştir.

Çoban (2019), çalışmada biyomimikri temelli eğitim anlayışının ortaokul fen bilimleri dersine entegrasyonunu amaçlamış ve uygulanabilirliğini test etmiştir. Bu araştırma sonucunda çalışmasının olumlu sonuçlandığını belirtmiştir. Yakışan ve Velioğlu (2019), çalışması sonucunda biyomimikri temelli eğitim anlayışının ilkokul ve ortaokul müfredatlarına entegrasyonunun önemini vurgulamışlardır.

5.2 İlk Uygulamaya Ait Sonuçlar

İlk uygulama aşaması sonucunda öğrencilerin biyomimikri hakkındaki hazırbulunuşluklarının yetersizliği sonucuna ulaşılmıştır. İlk uygulama aşamasına dâhil olan katılımcıların doğadaki biyomimikri farkındalıklarının yetersizliği bu uygulamaları gerçekleştirmelerine engel oluşturmuştur. Örneğin katılımcılar deniz canlıları hakkında bilgi sahibidir. Ancak fener balığı hakkında yaşadığı bölgede bu canlı olmadığı için bilgi sahibi değildir. Bu doğrultuda biyomimikri çalışma yaprakları bünyesindeki etkinlikler detaylandırılmış ve yeniden dizayn edilmiştir. Böylece öğrencilerin canlılar hakkındaki deneyimlerinin ve farkındalıklarının artırılması amaçlanmış aynı zamanda biyomimikri etkinliklerinin uygulanabilirliği sağlanmıştır.

5.3 Uygulama Sonrasına Ait Sonuçlar

Uygulama sonrasına ait sonuçlar araştırma soruları ve bulguların sunumu esas alınarak kategorize edilmiştir.

5.3.1 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışında Doğa ile Etkileşim Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışı öğrencilerin doğa ile etkileşime geçme istekliliklerini artırmıştır. Öğrenciler günlük hayatlarında doğada vakit geçirmenin hayatlarındaki etkilerinin gerekliliğini fark

etmişlerdir. Doğa ile etkileşime geçerek günlük yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilmeleri amacıyla doğrudan doğadan örnekleri fark edebilme ve bu farkındalıklarını, öğrenme ortamında hayal güçleri ile birleştirerek çevreleri için zararsız teknoloji geliştirebileceklerini keşfetmişlerdir. Böylece yaşamları içerisinde doğayı tüketerek değil doğadan öğrenerek faydalanabileceklerini deneyimlemişlerdir.

Sürgü (2022) çalışmasında öğrencilerin biyomimikri konulu çalışmaya katılımlarının akabinde doğayı öğretmen olarak tanımladıklarını belirtmiştir. Öğrencilerde doğaya karşı duyarlı davranma, doğayı koruma ve zarar vermeme konularında bilinçlenmeye başladıklarını gözlemlemiştir. Avcı (2019) ise biyomimikri ile doğaya zarar vermeme ve korumanın ötesine geçilerek doğanın tüketim objesinden ziyade günümüzde yaşanan sorunların çözüm odağı olduğunu vurgulamıştır. Ersanlı (2016) biyomimikrinin fizik eğitimindeki kullanımını incelediğinde fiziğin odak noktasının doğa olduğunu ve doğayı esin kaynağı olarak kullanan biyomimikrinin fizik eğitiminde kullanıldığında öğrencilerde doğaya yönelik farkındalık ve olumlu tutumlar geliştirileceği açıklanmıştır. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının öğrencilerin doğa ile etkileşime olumlu etkiler sağladığı sonucunda benzerlik gösterdiği görülmektedir.

5.3.2 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Disiplinlerarası Bakışı Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışı matematik, hayat bilgisi, fen bilimleri, tasarım eğitimi ve sanat eğitimini bünyesinde barındırmaktadır. Katılımcılar biyomimikri temelli eğitim anlayışının disiplinlerarası bir yaklaşım içerisinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu disiplinlerarası anlayışının sınıf mevcutları azaltılarak daha yoğun uygulanabileceğini vurgulamışlardır.

Benyus (1997) biyomimikrinin disiplinlerarası bir bakış açısına sahip olduğunu savunmuştur. Colomb (2007) çalışmasında biyomimikri çalışmalarının disiplinlerarası anlayışına sahip olduğunu vurgulamıştır. Çakır (2019) da biyomimikri etkinlikleri kullanılarak biyoloji eğitiminin disiplinlerarası bir anlayışla gerçekleştirilebileceğini belirtmiştir. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının disiplinlerarası anlayışına dair benzerlik gösterdiği görülmektedir.

5.3.3 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Teknoloji Algısı Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışının öğrencilerin teknoloji üretebilme özgüvenlerini yükselttiği, günlük yaşam problemlerine çözümler oluşturacak icatlar geliştirebilmelerini sağladığı, teknoloji üretme bilinci oluşturduğu ve ülkenin gündeminde olan popüler konularda (savunma sanayi vb.) katkı sağlama istekliliğini artırdığı belirlenmiştir. Öğrencilerin teknolojiyi tüketen değil üreten bireyler olarak yetişmelerine olanak sağlanmıştır. Teknolojinin gelişimi hakkında, kendilerinden karmaşık çalışma prensibine sahip araçlardan ziyade günlük sorunlarına çözüm olan basit araçlar olarak katkı sağlayabilecekleri farkındalığı geliştirildikleri görülmüştür.

Miller (2010), teknolojinin çevreye olumsuz etkisinin en az olması gerektiğini belirtirken biyomimikrinin teknoloji gelişimi sürecini doğa ile başlattığını bu sayede doğaya olumsuz etkiyi en aza indirdiğini vurgulamıştır. Hammack, Ivey, Utley ve High (2015) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin teknoloji algılarını televizyon ve bilgisayar olarak belirledikten sonra biyomimikri etkinlikleri sonucunda bu algıların seviyelerine uygun icat ve araç-gereçler olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Avcı (2019) çalışmasında biyomimikrinin teknoloji ölçekli buluşlara fırsat sağlayacağını belirtmiştir. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının, teknoloji algıları hakkındaki görüşleriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir.

5.3.4 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Problem Çözme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışının günlük hayat problemlerini kullanarak tasarımlar çizerek prototipler geliştirdikleri ve bu prototipler üzerinden ürünler geliştirmeleri süreci içerisinde problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu süreçte sınıf mevcutlarının azaltılarak problem çözme becerisinin gelişiminin artırılacağı görülmüştür. Öğrenciler, yaparak yaşayarak öğrenme süreci içerisine doğrudan dâhil olduklarından dolayı hazırbulunuşluklarının dikkate alınması önem arz etmektedir.

Biomimicry Institute (2017) araştırmasında biyomimikri çalışmaları ile çocukların problem çözme becerilerinin gelişmesine fayda sağladığını belirtmiştir. Yakışan ve Velioğlu (2019) çalışmalarında biyomimikri etkinliklerinin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin artış gösterdiğini vurgulamışlardır. Sürgü (2022),

araştırması sonucunda öğrencilerin tasarım geliştirme süreci sayesinde problem çözme becerilerini geliştirdiklerini belirtmiştir. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının problem çözme becerisi hakkındaki görüşleriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir.

5.3.5 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Yaratıcı Düşünme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışının, öğrencilerin doğayı örnek alıp kendi hayatlarındaki problemlere hayal güçlerini kullanarak çözümler geliştirmeleri yoluyla yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin yaş gruplarının küçük olması sebebiyle malzeme listesi verilerek sınırlama yapılmasının yaratıcı düşünmeye olumsuz etkisi olmadığı, aksine hazırbulunuşlukları sebebiyle bunun gerekli olduğu belirtilmiştir. Bu noktada önemli olanın öğrencilerin karşı karşıya bırakıldığı günlük hayat problemlerinin, belirlenen süre içerisinde tamamlanabilecek şekilde seçilmesidir.

Volstad ve Boks (2012), çalışmalarında biyomimikri etkinliklerinin tasarım süreci içerisinde tasarımcının yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Çakır (2019) araştırmasında biyoloji eğitiminde biyomimikri etkinlikleri kullanımının bireylerin yaratıcı çözümler geliştirmelerine katkı sağladığını açıklamıştır. Sumrall vd. (2018) araştırmalarında biyomimikri etkinliklerinin öğrencilerin doğanın çalışma prensibi hakkında düşünmelerini sağlayarak yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Kandemir vd. (2022) çalışmalarında biyomimikri etkinliklerinin eğitim kurumlarının her kademesinde yaygınlaştırılarak yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimlerinin desteklenmesini önermektedir. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının yaratıcı düşünme becerisi hakkındaki görüşleriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir.

5.3.6 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Yansıtıcı Düşünme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışı, tasarım süreci içerisinde öğrencilerin ürünlerini sürekli geliştirme, ergonomik tasarıma ulaşma ve hataları değerlendirerek giderme çabası içerisinde olmaları, öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerinin gelişimini olumlu etkilemiştir.

Demir (2021), araştırmasında biyomimikri temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının yansıtıcı düşünme becerisi hakkındaki görüşleriyle benzerlik gösterdiği görölmektedir.

5.3.7 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Eleştirel Düşünme Becerisi Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekteşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışı öğrencilerin grup çalışması içerisinde akran değerlendirme, tasarla-üret-dene-değerlendir-tasarla gibi çağdaş yöntemlerin kullanımı, tasarım sürecinde çıkarımda bulunarak değerlendirmenin bir aşama değil tüm süreç içerisinde kullanılması, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini sağlamıştır. Katılımcılar sınıf mevcutlarının azaltılmasının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini artıracağını belirtmişlerdir.

Alavad ve Mahgoup (2014) araştırmalarında biyomimikri etkinliklerinin sanat eğitimi öğrencilerinin eleştirel becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Choi ve Hong (2015) araştırmalarında tasarım temelli uygulamaların bireylerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini açıklamışlardır. Yapılan araştırmayla karşılaştırıldıklarında biyomimikri temelli eğitim anlayışının eleştirel düşünme becerisi hakkındaki görüşleriyle benzerlik gösterdiği görölmektedir.

5.3.8 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Ölçme Değerlendirme Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekteşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışı, öğrencileri ilgi ve yetenekleri doğrultusunda günlük hayat probleminin çözümlünü geliştirecek meslek gruplarına yönelmekte ve böylece değerlendirme sürecini bireyselleştirmektedir. Bireysel değerlendirme süreci öğrencilerin amaca dönük, detaylı ve ölçme hatalarını azaltıcı bir yöntemle tamamlanmasını sağlamaktadır. Biyomimikri temelli eğitim anlayışı öğrencilerin değerlendirme sürecinde öz değerlendirme, akran değerlendirme, süreç değerlendirme yöntemlerini kullanarak sürece aktif katılımlarını sağlamaktadır. Ayrıca grup çalışması içerisinde öğrencilerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olarak akran öğrenmesinin gerçekteşmesini sağlamakta böylece bireylerin eksiklerinin belirlenmesinden ziyade eksik öğrenmenin gerçekteşmemesine odaklı bir eğitim ortamı anlayışı sağlamaktadır.

5.3.9 Biyomimikri Temelli Eğitim Anlayışının Uygulanabilirliği Hakkında Sonuç ve Tartışma

Katılımcı öğretmenlerle gerçekleşen araştırma neticesinde biyomimikri temelli eğitim anlayışı, eğitim sürecinin öğrencilerin doğayla olumlu etkileşim içerisinde disiplinlerarası bir bakış açısıyla teknoloji algılarını seviyelerine uygun bir noktada problem çözme, yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme becerilerini gerçekleştirmekte ve çağdaş, öğrenciye odaklı, değer kazandırmayı amaç edinen ve grup çalışması içerisinde ölçme değerlendirme sürecini gerçekleştirmektedir. Biyomimikri temelli eğitim anlayışının uygulama alanları sınıf mevcutları, öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyeleri, sosyokültürel seviyeleri gibi değişkenlerde çeşitlilik göstermektedir. Araştırma sonucunda biyomimikri temelli eğitim anlayışının uygulanabilirliği bu değişkenlerle değerlendirilmesi gerektiği görülmektedir. Biyomimikri temelli eğitim anlayışının daha verimli gerçekleştirilmesi için sınıf mevcutlarının azaltılması, biyomimikri konulu hazırbulunuşluk seviyelerini artıran etkinliklerin çoğaltılması, müfredat kazandırılması amaçlı veli baskısının asgariye indirilmiş olması önerilmiştir.

5.3.10 Biyomimikri Eğitim Anlayışına Dair Nitel Araştırma Sonuçları

Çalışma kapsamında öğretmenlerin okuttuğu sınıf, yaş, cinsiyet ve eğitim durumu değişkenlerine göre çapraz tablolar incelendiğinde farklı sonuçlar elde edilmiştir.

3. sınıf öğrencilerinin doğaya karşı istekliliklerinin ve ilgilerinin biyomimikri temelli eğitim anlayışı sonunda daha fazla artışı belirlenmiştir. 3. sınıf öğretmenleri biyomimikri eğitim anlayışının problem çözme becerilerini gelişimine daha fazla katkı sağladığı görüşündedir.

Kadın öğretmenler biyomimikri temelli eğitim anlayışının disiplinlerarası olduğu görüşüne daha fazla katılmıştır. Kadın öğretmenler biyomimikri eğitim anlayışının yaratıcı düşünmeye olumlu etkisinin daha fazla olduğunu düşünmektedir.

45 yaş altı öğretmenler biyomimikri eğitim anlayışının öğrencilerin doğanın önemini fark etme, doğanın ilham kaynağı olduğunu fark etme ve basit araçlar geliştirme becerilerini geliştirdiklerini daha doğru bulmaktadır. Ayrıca 45 yaş altı öğretmenler biyomimikri temelli eğitim anlayışının yansıtıcı düşünme becerisine etkisinin daha yüksek olduğunu belirtmektedir.

Lisans seviyesinde mezuniyete sahip öğretmenler, lisansüstü seviyede mezuniyete sahip öğretmenlere göre biyomimikri temelli eğitim anlayışının ölçme değerlendirme etkinliklerine yönelik daha olumlu görüş belirtmişlerdir.

Çalışma kapsamında öğretmenlerin okuttuğu sınıf, yaş, cinsiyet ve eğitim durumu değişkenlerine göre iki vaka modeli incelendiğinde farklı sonuçlar elde edilmiştir.

3. sınıf öğretmenleri ve 4. sınıf öğretmenleri, biyomimikri temelli eğitim anlayışının öğrencilerin doğa ile etkileşimini olumlu etkilediğini, yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ve çağdaş ölçme değerlendirme yöntemlerine sahip olduğu yönünde ortak görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin günlük yaşam problemlerine çözüm üretebilme yeteneklerini geliştirdiği belirtmişlerdir.

Okul 1'deki öğretmenler ve okul 2'deki öğretmenler, biyomimikri temelli eğitim anlayışının doğa ile etkileşimini olumlu etkilediğini, yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ve çağdaş ölçme değerlendirme yöntemlerine sahip olduğu yönünde ortak görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin günlük yaşam problemlerine çözüm üretebilme yeteneklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

45 yaş altı öğretmenler ve 45 yaş üstü öğretmenler, biyomimikri temelli eğitim anlayışının doğa ile etkileşimini olumlu etkilediğini, yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ve çağdaş ölçme değerlendirme yöntemlerine sahip olduğu yönünde ortak görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin günlük yaşam problemlerine çözüm üretebilme yeteneklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Kadın öğretmenler ve erkek öğretmenler, biyomimikri temelli eğitim anlayışının doğa ile etkileşimini olumlu etkilediğini, yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ve çağdaş ölçme değerlendirme yöntemlerine sahip olduğunda ortak görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin günlük yaşam problemlerine çözüm üretebilme yeteneklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Çalışma kapsamında oluşturulan kod bulutu sonucunda, biyomimikri temelli eğitim anlayışının disiplinlerarası bakış açısına sahip olduğu, doğa ile etkileşimi geliştirdiği, eleştirel düşünmeye katkı sağladığı ve çağdaş ölçme değerlendirmeye sahip olduğu

kodları ön plana çıkmıştır. Ayrıca yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı ve öğrencilerin teknolojik bakış açılarının doğru noktaya ulaştırılmasını sağlama kodlarının da varlığı dikkat çekicidir.

6. ÖNERİLER

Araştırma kapsamında Biyomimikri Temelli Eğitim Uygulamalarını ortaokul veya lise kademelerinde gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Araştırma kapsamında Biyomimikri Temelli Eğitim Uygulamalarını nicel araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Araştırma kapsamında Biyomimikri Temelli Eğitim Uygulamalarını katılımcı olarak öğrencilerle birlikte gerçekleştiren araştırmalar gerçekleştirmeleri önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [White Paper]*. İstanbul: Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Alawad, A. A., & Mahgoub, M. Y. (2014). The impact of teaching biomimicry to enhance thinking skills for students of art education in higher education. *International Teacher Education*. Pensee.
- Albertina, L., Zuffo, J., & Gualberto, L. (2004). Incipient Emergy Expresses the Self-Organisation Generative Activity of Man-Made Ecomimetic Systems. *Advances in Emergy Studies* (s. 409-417). Brezilya: IV Biennial International Workshop.
- Aldersey-Williams, H. (2003). *Zoomorphic - New Animal Architecture*. London: Laurence King Publishing.
- Altun, Ş. (2011). *Doğanın İnovasyonu-İnovasyon İçin Doğadan İlham Al*. Ankara: Elma Yayınevi.
- Arslan Selçuk, S., & Gönenç Sorguç, A. (2007). Mimarlık Tasarım Paradigmasında Biomesis'in Etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 451-459.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve İnovasyon: Okullarda Biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233.
- Ayas, A. (1995). Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(11), 149-155.
- Aydın, S. (2017). İletişim Yaklaşımıyla Sürdürülebilirlik Kavramı, Yeşil Kavramı ve Yerel Küresel Yansımaları ile ilgili bir İnceleme Örneği, Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Aydede, M. N., & Matyar, F. (2009). Fen Bilgisi Öğretiminde Aktif Öğrenme Yaklaşımının Bilişsel Düzeyde Öğrenci Başarısına Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(1).
- Ayvacı, H. Ş., Er Nas, S., & Kirman Bilge, A. (2020). Fen Öğretiminin Tarihçesi, Fen Öğretiminin Amacı ve Temel İlkeşer. H. Ş. Ayvacı içinde, *Fen ve Öğretim Yaklaşımları* (s. 44-80). Ankara: Pegem Akademi.
- Aziz, M. S., & El Sherif, A. Y. (2015). Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. *Alexandria Engineering Journal*, 707-714.

- Bal, D. A. (2006). Çevre ile İlgili Yeni Yaklaşımlar. M. Aydoğdu, & K. Gezer içinde, *Çevre bilimi*. (s. 184-207). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Balbağ, Z., Lebleciler, K., Karaer, G., Sarıkahya, E., & Erkan, Ö. (2016). Türkiye'de Fen Eğitimi ve Öğretimi Sorunları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 12-23.
- Banger, G. (2016). *Biyomimikri ya da Biyomimetik*. Biyoteknoloji Yaşam Bilimleri Gazetesi: Erişim adresi: https://www.biomedya.com/show_file.php?attachid=28 adresinden alındı
- Banger, G. (2021, 1 12). *Biyomimikri ya da Biyomimetik*. Biyoteknoloji Yaşam Bilimleri Gazetesi, 12: https://www.biomedya.com/show_file.php?attachid=28 adresinden alındı
- Bayraktaroğlu, Ö. E. (2013). Mimaride Ekosistem Düşüncesiyle Tasarlamak. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Bayram, H., Patlı, U. H., & Savcı, H. (1998). Fen Öğretiminde Öğrenme Halkası Modeli. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(10), 31-40.
- Benyus, J. (2021, 1 14). *A Biomimicry Primer*. Biomimicry: https://biomimicry.net/b38files/A_Biomimicry_Primer_Janine_Benyus.pdf adresinden alındı
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry - Innovation Inspired by Nature*. William Morrow Paperbacks Publishing.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: William Morrow and Comp, Inc.
- Bilmen, M. M. (2019). *Mimarlıkta biyomimikri kavramı Antoni Gaudi ve Michael Pawlyn eserlerinin incelenmesi 21.yy'a yansması, Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Institute, B. (2023, Eylül 15). *Sharing Biomimicry With Young People*. asknature.org: https://asknature.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/02/Sharing-Biomimicry_v2-2021.pdf adresinden alındı
- Bulut, B., & Çakmak, Z. (2018). Sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve öğretim programlarına yansımaları. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 7(4), 268*-2697.
- Choi, Y., & Hong, S. H. (2015). Effects of stam kessons using scratch programming regarding small organisms in elementary science-gifted education. *The Korean Society of Education*, 361-377.

- Commons, M. L., Richards, F. A., & Kuhn, D. (1982). Systematic and metasystematic reasoning: A case for levels of reasoning beyond Piaget's stage of formal operations. *Child Development*, 53(4), 1058-1069.
- Costelo, P. (2011). *Effective action researc: Developing reflective thinking and practice*. Bloomsbury Publishing.
- Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into Practice*, 39(3), 124-130.
- Çakır, A. (2019). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Biyomimikri İle İlgili Farkındalıkları (Yayımlanmamış doktora veya yüksek lisans tezi). *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Çelikel, S. B., & Uçar, S. (2020). Biyomimikri: Doğayla Uyumlu Yeni Bir Tasarım Modeli. *Humanities Sciences*, 15(2), 51-61.
- Çepni, S. (2007). *Fen ve Teknoloji Öğretimi (Kuramdan Uygulamaya)*. Ankara: Pegem A.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı (Tanıma, planlama, uygulama ve SBS'yle ilişkilendirme)*. Ankara: Pegema akademi yayıncılık.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı*. Ankara: Pegema akademi yayıncılık.
- Çınar, O., Teyfur, E., & Teyfur Mehmet. (2001). İlköğretim okulu öğretmen ve yöneticilerinin yapılandırmacı eğitim yaklaşımı ve programı hakkındaki görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 47-64.
- Çoban, M. (2019). Biyomimikrinin Fen Bilimleri Eğitimine Uyarlanması. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Demir, H. (2021). STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, yansıtıcı düşünme becerilerine, STEM meslek alan ilgilerine ve tutumlarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi. *Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi*.
- Demirci, B. (2017). Fen eğitimi politikası. M. P. Demirci Güler içinde, *Fen bilimleri öğretimi* (s. 1-7). Ankara: PegemAkademi.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). Introduction: Entering the field of qualitative research. N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln içinde, *Handbook of qualitative research* (s. 1-17). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Deyoung, D., & Hobbs, D. (2009). *Discovery of design: Searching out creator's secret*. Arthansas, United States of America.: Master Books.
- Divarcı, B. (2021, 1 19). *Endüstriyel Tasarımda Biyonik Dokunuş*. <http://knowgeee.blogspot.com/2016/07/endustriyel-tasarmda-biyonik-dokunuş.html> adresinden alındı
- Doan, A. (2021, 2 1). *Green Building in Zimbabwe Modeled After Termite Mounds*. In Habitat: <https://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe/> adresinden alındı
- Duban, N. (2008). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersinin Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımına Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Durmaz, H. (2004). Nasıl Bir Fen Eğitimi İstiyoruz. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 38-162.
- Ersanlı, C. C. (2016). Fizik Eğitiminde Biyomimikri Verileri Kullanımın Yeri ve Önemi. *5 th Internatioal Vocational Schools Symposium*, (s. 583-590). Prizren.
- Gökgöz, T. (2022). Öğretmen Adaylarının Dışaşım Sistemi Konusun İle İlgili Biyomimikri Tasarımlarının Analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*.
- Güngör, A. (2021). Öğretmen ve öğretmen adaylarının bütünleşik STEM eğitime yönelik teknolojik pedagojik alan bilgisilerinin belirlenmesi. *Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*.
- Gürgür, H. (2019). Eylem Araştırması. A. Saban, & A. Ersoy içinde, *Eğitimde Nitel Araştırma Desenleri* (s. 31-81). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gamage, A., & Hyde, R. (2012). A model based on Biomimicry to enhance ecologically sustainable design. *Architectural Science Review*, 55(3), 224-235.
- Gezer, K., Köse, S., & Sürücü, A. (1999). Fen Bilgisi Eğitim ve Öğretimin Durumu ve Bu Süreçte Laboratuvarın Yeri. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. Ankara: M.E.B. ÖYGM.
- Glynn, S., & Koballa, T. R. (2005). The contextual teaching and learning instructional approach. R. E. Yager içinde, *Exemplary Science: Best Practices In Professional Developmen* (s. 75-84). Arlington: National Science Teachers Association Press. .

- Hammack, R., Utley, J., Ivey, T., & High, K. (2015). Effect of an Engineering Camp on Students' Perceptions of Engineering and Technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(2), 10-21.
- Hastürk, H. G. (2017). Fen bilimleri dersi öğretim programı. H. G. Hastürk içinde, *Teoriden pratiğe fen bilimleri öğretimi*. Ankara: PegemAkademi.
- Heering, P. (2010). False friends: What makes a story inadequate for science teaching. *Interchange*(41), 323-333.
- Helms, M., Swaroop, S. V., & Ashok, K. G. (2009). Biologically Inspired Design: Process and Products. *Design Studies*, 606-622.
- Howe, A. C. (2002). *Engaging children in science*. New Jersey: Upper Saddle River.
- Höttecke, D., Henke, A., & Riess, F. (2012). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, 1233-1261.
- İleritürk, İ. (2016). *Mimarlık Eğitiminde Doğa Ğle ĞliĞki BaĞlamında Biyomimikri*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Johnson, A. P. (2015). *Eylem Araştırması El Kitabı*. Anı Yayınları.
- Johnson, P., Buehring, A., Cassell, C., & Symon, G. (2007). Defining qualitative management research: an empirical investigation. *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*, 2(1), 23-42.
- Kımillı, Z. M. (2006). Depreme Duyarlı Bölgelerde Sürdürülebilir Mimari Tasarım; Isparta/Mavikent Örneği, Yüksek Lisans Tezi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kahrıman Öztürk, D., Olgan, R., & Güler, T. (2012). Preschool children's ideas on sustainable development: How preschool children perceive three pillars of sustainability with the regard to 7R. *Educational Sciences: Theory & Practice, Special Issue*, 2987-2995.
- Kandemir, N., Değirmenci, S., & Coşgun, M. A. (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyomimikri Örneklerini Günlük Yaşam ve Fizik Kavramlarıyla İlişkilendirme Becerilerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 25-43.

- Karabetça, A. R. (2016). Biyomimikri Destekli Mekan Tasarımı Ölçütleri ve Bu Ölçütlerin Örnekler Üzerinden İncelenmesi. *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.*
- Kaya, L. G., & Smardon, R. (2001). 2001. Sustainable Tourism Development: the Case Study of Antalya, Turkey,. *Proceedings of the 2000 Northeastern Recreation Research Symposium*, (s. 222-227). New York: Bolton Landing.
- Kaya, Ş. (2022). Biyomimikri Uygulamalarının Kullanıldığı STEM Eğitime Yönelik Hazırlanmış Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çevre Okuryazarlık Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*
- Kennedy, S. (2021, 1 12). *Biomimicry/biomimetics: General Principles and Practical Examples*. THE SCIENCE CREATIVE QUARTERLY: <https://www.scq.ubc.ca/biomimicrybimimetics-general-principles-and-practical-examples/> adresinden alındı
- Korhonen, J. (2001). Four Ecosystem Principles for an Industrial Ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, 253-259.
- Korkmaz, H. (2004). *Fen ve Teknoloji Eğitiminde Alternatif Değerlendirme Yaklaşımı*. Ankara : Yeryüzü Yayınları.
- Kuday, I. (2009). *Tasarım Sürecinin Destekleyici Faktör Olarak Biyomimikri Kavramının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, Türkiye: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Laçın-Şimşek, C. (2009). Fen ve Teknoloji dersi öğretim programları ve kitapları bilim tarihinden ne kadar ve nasıl yararlanıyor? *İlköğretim Online*, 1(8).
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. London: Sage.
- Müezzinoğlu, K., & Sungur, M. (2015). Geçmişten Günümüze Mimari Formlarda İnsan-Doğa Etkileşimi: "Biyomimesis". *Uluslararası Güzel Sanatlar Sempozyumu Bildiri Kitabı* (s. 1024-1025). Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Marshall, A. (2009). *Wild Design: Ecofriendly Innovations Inspired By Nature*. North Atlantic Books.
- McGregor, S. T. (2013). Transdisciplinarity and Biomimicry. *Transdisciplinary Journal of Engineering and Science*, 57-65.
- McNiff, J., & Whitehead, J. (2006). *All you need to know about action research*. London: Sage.

- MEB. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4 ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- MEB. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 7. Sınıflar) Öğretim Programı*. içinde Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 7. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 7. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2023, Temmuz 1). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*.
<http://mufredat.meb.gov.tr/Default.aspx>:
<http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf> adresinden alındı
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2015). *Nicel veri analizi: Genişletilmiş bir kaynak kitap S. Akbaba Altun ve A. Ersoy*. Ankara: PegemAkademi.
- Miller, J. (2010). Biomimicry in Engineering Education . *Proceedings of the 1st CEEA Conference*. Ontario: Queen's University Kingston.
- Mills, G. E. (2011). *Action research: A guide for the teacher researcher (4th edition)*. Boston: Pearson.
- Özen, G. (2016). Doğa Referanslı Tasarım: Biyomimikri, Yüksek Lisans Tezi. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Öztürk, A. (2013). Sosyo-bilimsel konularla argümantasyon becerisi ve insan haklarına karşı tutum geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Öztürk, A. E. (2015). Doğadan öğrenen inovasyon:Nam-1 Diğer Biyotaklit.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods, 2nd ed.* . London: Sage.

- Reed, B. (2006). *Shifting our Mental Model - "Sustainability" to Regeneration*. Florida: Next Generation Green Buildings.
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (1995). *Qualitative interviewing: The art of hearing data*. Thousand Oaks: Sage Pub.
- Sürgü, B. (2022). 8. Sınıf Teknoloji ve Tasarım Dersinde Biyotaklit Uygulamalarının Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı*.
- Sığrı, Ü. (2021). *Nitel Araştırma Yöntemleri*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Saban, A. (2000). *"Öğrenme Öğretme Süreci (Yeni Teori ve Yaklaşımlar)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Saraç, E., & Yıldırım, M. S. (2018). 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına Yönelik Öğretmen Görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 3(2), 138-151.
- Seale, C., Silverman, D., Gubrium, J. F., & Gobo, G. (2004). *qualitative researcher practice*. Sage Pub.
- Sencer, M. (1989). *Toplumbilimlerinde yöntem*. İstanbul: Beta Basım.
- Senosiain, J. (2003). *Bio-Architecture*. Oxford: Architectural Pres.
- Seren, S., & Veli, E. (2018). 2005 yılı itibarıyla değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında STEM eğitime yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 24-47.
- Shimomura, M. (2010). The New Trends in Next Generation Biomimetics Material. *QUARTERLY REVIEW*, 53-75.
- Staples, H. (2005). *The Integration of Biomimicry as a Solution-Oriented Approach to the Environmental Science Curriculum for High School Students*. <https://eric.ed.gov/>: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED490541.pdf> adresinden alındı
- Stewart, C. J., & Cash, W. B. (1985). *Interviewing: Principles and practices (4. ed.)*. Dubuque, IO: Brown Pub.
- Subsoontorn, P., Ounjai, P., Ngarmkajornwiwat, P., Sakulkueakulsuk, B., Pensupha, N., Surareungchai, W., & Pataranutaporn, P. (2018). Hack Biodesign: An Integrative STEAM Education Platform for Biology, Engineering, and Design. In *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, (s. 1016-1021.). Wollongong.

- Sumrall, J., Sumrall, K. M., & Robinson, H. A. (2018). Using biomimicry to meet NGSS in the lower grades. *Science Activities*, 115-126.
- Şahin, H. (2014). Yapılandırmacı Yaklaşım Modelinin Fen Öğretimine Yansımaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(29), 151-170.
- Şenocak, E., & Taşkesenligil, Y. (2005). Probleme Dayalı Öğrenme ve Fen Eğitiminde Uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 359-366.
- Tüzcet, Ö. (1967). *Form ve doku : formun dokusu üzerine bir deneme ve mimari*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Taşçı, S. (2005). Hemşirelikte problem çözme süreci. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi Hemşirelik Özel Sayısı*, 73-78.
- Tekindal, S. (2021). *Nitel, nitel ve karma yöntem araştırma desenleri ve istatistik*. Ankara: Nobel Akademi.
- Todd, J., & Josephson, B. (1996). The Design of Living Technologies for Waste Treatment. *Ecological Engineering*, 109-136.
- Ulu, C., & Bayram, H. (2015). Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavram Öğrenmelerine Etkisi: Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 61-75.
- Uyanık, G. (2016). Dönüşümsel öğrenme kuramına dayalı çevre eğitiminin çevre sorunlarına yönelik tutum ve duyarlılığa etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 760-784.
- Uyanık, G., & Dindar , M. (2016). İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(34), 349-374.
- Vahidy, J. (2023). *Enhancing STEM Learning Through Technology*. PressBooks: <https://pressbooks.pub/techandcurr2019/chapter/enhancingstem/> adresinden alındı
- Vierra, S. (2021, 1 19). *Biomimicry: Designing To Model Nature*. Vierra Design & Education Services: <https://www.wbdg.org/resources/biomimicry-designing-model-nature> adresinden alındı
- Vincent, J. (2009). Biomimetic Patterns in Architectural Design. *Architectural Design*, 75-81.
- Volstad, N. L., & Boks, C. (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*, 189-199.

- von Frisch, K., & von Frisch, O. (1974). *Animal Architecture*. New York: Helen and Kurt Wolff Books.
- Wang, H. (2012). *A New Era of Science Education: Science Teachers' Perceptions and Classroom Practices of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Integration*. University of Minnesota ProQuest Dissertations Publishing.
- What is Biomimicry?* (2021). Environment and Ecology: <http://environmentecology.com/biomimicry-bioneers/367-what-is-biomimicry.html>, adresinden alındı
- Wijffels, B. (2023, Mayıs 31). *Biomimicry in the Classroom*. Biolearn Inspired by Nature: <https://biolearn.eu/assets/documents/dutch-manual/Research-Report-Matthijs-Roobeek-How-Biomimicry-can-be-integrated-in-the-Dutch-curriculum.pdf> adresinden alındı
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 63-90.
- Yılmaz Gürcü, M. (2019). Cumhuriyetten Günümüze Hazırlanan Fen Müfredatlarında Benimsenen Öğrenme Yaklaşımları. *Ahi Evran Üniversitesi*.
- Yılmaz, F., & Gültekin, M. (2007). Proje Tabanlı Öğrenmenin Beşinci Sınıf Fen Bilgisi Dersinde Öğrenme Ürünlerine Etkisi. *İlköğretim Online*, 6(1), 93-112.
- Yakışan, M., & Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (GUJGEF)*, 727-753.
- Yam, H. (2023, Haziran 26). *What is contextual learning and teaching in physics?* . https://www.phy.cuhk.edu.hk/contextual/approach/tem/brief_e.html#:~:text=Contextual%20teaching%20and%20learning%2C%20in,%2C%20students%2C%20and%20workers.%22 adresinden alındı
- Yaman, Ö., & Aksoydan, E. (2021). *Sürdürülebilir yaşam rehberi*. İstanbul: Tohum Yayıncılık.
- Yaman, M., Dervişoğlu, S., & Soran, H. (2004). Ortaöğretim öğrencilerinin derslere ilgilerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi(27)*, 232-240.

- Zahcharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.
- Zari, M. P. (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability. *School of Architecture, University of Victoria*, (s. 33). Yeni Zelanda.
- Zhu, C., & Kalpwijk, R. M. (2022). Scaffolding Pupils' Spatial Thinking through Design: A Biomimicry Project for the Primary Classroom. D. Gill, J. Tuff, T. Kennedy, S. Jamil, & S. Pendergast içinde, *PATT 39 On the Edge Proceedings: Designing A Better World Through Technological Literacy for All* (s. 142-154). Newfoundland, Canada.

EKLER

YASAL/ÖZEL İZİN BELGESİ

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

OTURUM TARİHİ	OTURUM SAYISI	KARAR SAYISI
24/11/2022	15	2022-246

KARAR NO: 2022-246

Prof. Dr. Şule BAYRAKTAR'ın "İlkokul 3. ve 4. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanmasına İlişkin Öğretmen Görüşleri" başlıklı çalışması etik yönden incelendi.

Prof. Dr. Şule BAYRAKTAR'ın "İlkokul 3. ve 4. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanmasına İlişkin Öğretmen Görüşleri" başlıklı çalışmasının etik yönden uygun olduğuna, toplantıya katılanların oy birliği ile karar verildi.



Doç. Dr. Tuğba ACAR ERDOL
Başkan

A. DEMOGRAFİK BİLGİLER

Sınıf Seviyesi :

Cinsiyet :

Yaş :

Branş :

Mezuniyet Durumu: Lisans – Yüksek Lisans – Doktora

B. ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİNE YÖNELİK SORULAR

- 1) Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanması sürecinde öğrencilerin doğaya ilişkin bakış açılarında değişiklik olduğunu düşünüyor musunuz? Düşünüyorsanız açıklayabilir misiniz?
- 2) Biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin disiplinlerarası bir bakış açısına sahip olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 3) Biyomimikri temelli ders planlarının uygulama sürecinde öğrencilerin teknolojik bakış açılarında bir değişiklik olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 4) Biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 5) Biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 6) Biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 7) Biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 8) Biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin ölçme değerlendirme sürecine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Düşüncenizin gerekçesini açıklayabilir misiniz?
- 9) Biyomimikri temelli ders planlarının uygulanabilirliği hakkında düşünceleriniz nelerdir?



T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-82438636-605.99-66136225
Konu : Bilimsel Araştırma İzni
(Samet Yavuz TERZİ)

19/12/2022

VALİLİK MAKAMINA

Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Temel Eğitim Ana Bilim Dalı Sınıf Eğitimi Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans programı öğrencisi Samet Yavuz TERZİ'nin, Prof. Dr. Şule BAYRAKTAR danışmanlığında hazırlamakta olduğu "**İlkokul 3. ve 4.Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulamasına İlişkin Öğretmen Görüşleri**" isimli çalışması kapsamında İlimiz Ortahisar ilçesine bağlı resmi/özel ilkokullarda öğrenim gören öğrencilerle çalışma yapma isteği Müdürlüğümüz Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Bahsi geçen çalışmanın eğitim öğretimi aksatmayarak yaz tatilinden 3 hafta öncesine kadar bitecek şekilde; 2022–2023 eğitim öğretim yılında yapılması gerekmektedir.

Araştırmacının 2020/2 sayılı genelge doğrultusunda hareket etmesi, **izinsiz herhangi bir ses ve görüntü kaydı yapılmasına kesinlikle izin verilmemesi**, elde edilen verilerin çalışma kapsamı dışında kullanılmaması, **mühürlü anket ve ölçeklerin kullanılması** ve sonuçların bir örneğinin Ar-Ge birimine teslim edilmesi kaydıyla, çalışmanın okul müdürlerinin de uygun göreceği zamanlarda ve kontrolünde uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Hüseyin Burak FETTAHOĞLU
Millî Eğitim Müdürü

OLUR

Ali YILMAZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Trabzon İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Strateji Geliştirme Şubesi (Ar-Ge Birimi)
Telefon No : 0 (462) 223 55 52
E-Posta: argetrabzon@gmail.com
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>
Bilgi için: YUSUF ÇEBİ
Unvan : Öğretmen
Faks:4622302096
İnternet Adresi: trabzonarge.meb.gov.tr

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden **4865-b326-3e69-8fbe-58d9** kodu ile teyit edilebilir.





BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı İlkokul 3. ve 4. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanmasına İlişkin Öğretmen Görüşleri'dir. Bu çalışma, Ordu Üniversitesi öğretim elemanlarından Prof. Dr. Şule BAYRAKTAR tarafından yürütülen bir çalışmadır. Bu çalışmanın amacı ilkokul 3. sınıf ve 4.sınıf fen bilimleri öğretim programında yer alan “Aydınlatma Teknolojileri” ve “Ses Kirliliği” konularına yönelik biyomimikri yaklaşımına uygun öğretmen ve öğrenciler için rehber materyaller geliştirerek geliştirilen ders planlarının etkililiklerini değerlendirmektir. Bu çalışmaya katılırsanız sizden altı ders saati kadar zaman ayırmanız istenecektir. Bu çalışmada sizden yarı yapılandırılmış görüşme formundaki soruları cevaplamanız ve yarı yapılandırılmış gözlem formunu doldurmanız beklenmektedir. Çalışmaya katılım tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmeyecektir. Cevaplarınız tamamen gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir ve elde edilecek bilgiler bilimsel yayımlarda kullanılacaktır.

Çalışma, kişisel rahatsızlık verecek unsurlar içermemektedir. Ancak, çalışma sırasında sorulardan ya da herhangi bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Çalışma sonunda, bu çalışmayla ilgili sorularınız cevaplanacaktır. Bu çalışmaya katıldığımız için şimdiden teşekkür ederiz. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak ve sorularınız için Ordu Üniversitesi öğretim elemanı Prof. Dr. Şule BAYRAKTAR ile _____ adresinden iletişim kurabilirsiniz.

Bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman yarıda kesip çıkabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılmasını kabul ediyorum.

Ad-Soyad

Tarih

İmza

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Samet Yavuz TERZİ
Yabancı Dili	İngilizce
Orcid Numarası	0000-0002-4403-7759
Ulusal Tez Merkezi Referans Numarası	
Lise	
Lisans	
Yüksek Lisans	
Mesleki Deneyim	Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı, 2009-
Akademik Çalışmalar	1. 2.

