

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SES VE ÖZELLİKLERİ ÜNİTESİNDE BİYOMİMİKRİ
UYGULAMALARIYLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ ÖĞRETİMİN 6. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN GÜNLÜK YAŞAMLA İLİŞKİLENDİRME,
STEM'E YÖNELİK TUTUM VE BİYOMİMİKRİYE YÖNELİK
TUTUMLARINA ETKİLERİ

ESRA GÖKÇE

KOCAELİ 2024

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SES VE ÖZELLİKLERİ ÜNİTESİNDE BİYOMİMİKİRİ
UYGULAMALARIYLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ ÖĞRETİMİN 6. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN GÜNLÜK YAŞAMLA İLİŞKİLENDİRME,
STEM'E YÖNELİK TUTUM VE BİYOMİMİKİRİYE YÖNELİK
TUTUMLARINA ETKİLERİ

ESRA GÖKÇE

Doç. Dr. Derya KALTAKÇI GÜREL
Danışman, Kocaeli Üniv.

.....

Prof. Dr. Fikriye POLAT
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÖZMEN
Jüri Üyesi, Başkent Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 07.06.2024

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

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

Esra GÖKÇE

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☒ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- ☐ Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Esra GÖKÇE

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Fen bilimleri eğitiminde öğrencilerin kavramları günlük yaşam ile ilişkilendirerek anlamlı ve kalıcı öğrenmenin sağlanabileceği; ilgi, tutum ve motivasyonlarını artıracak öğretim yaklaşım ve yöntemlerinin kullanılması önemlidir. Bu çalışmada farklı bir öğretim yaklaşımı olarak kullanabileceğimiz biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğretim yaklaşımını içeren ders planları tasarlanıp deneysel bir çalışma olarak uygulanmıştır. Bu anlamda yüksek lisans tezimin fen bilimleri eğitimi araştırmalarına katkı sunmasını temenni ederim.

Yüksek lisans tezimin her aşamasında bana desteklerini esirgemeyen, güvenen, sabırla bana yol gösteren, bu süre zarfında bana katkılarından dolayı değerli tez danışmanım Doç. Dr. Derya KALTAKÇI GÜREL hocama teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yüksek lisans tez jürimde yer alarak öneri ve eleştirileriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Fikriye POLAT ve Dr. Öğretim Üyesi Kübra ÖZMEN'e teşekkürlerimi iletirim. Araştırmayı birlikte uyguladığımız bilgi ve paylaşımıyla bana destek olan değerli meslektaşım fen bilimleri öğretmeni Derya METE'ye teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi tüm desteklerini veren sevgili annem Akkız GÖKÇE, canım babam Fikret GÖKÇE ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs-2024

Esra GÖKÇE

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Problem Durumu	4
2.2. Araştırmanın Önemi	6
2.3. Araştırmanın Amacı	7
2.4. Araştırma Soruları ve Alt Sorular.....	7
2.5. Tanımlar.....	8
2.6. Alan Yazın İncelemesi.....	9
2.6.1. Disiplinlerin Entegrasyonu: STEM ve Mühendislik Tasarım Temelli Yaklaşım.....	9
2.6.1.1. STEM ve Mühendislik Tasarım Uygulamaları ile İlgili Çalışmalar.....	17
2.6.2. Bilgilerin Günlük Yaşam ile İlişkilendirilmesi	21
2.6.3. Doğadan İlham Alma: Biyomimikri	24
2.6.3.1. Biyomimikri Örnekleri.....	27
2.6.3.2. Biyomimikri Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	29
2.6.4. Ses ve Özellikleri Konusu	35
2.6.4.1. Ses Ünitesi ile İlgili Araştırmalar	36
3. YÖNTEM	40
3.1. Araştırma Yöntemi	40
3.2. Araştırma Süreci	41
3.3. Evren ve Örneklem.....	43
3.4. Değişkenler.....	44
3.4.1. Bağımlı Değişken	44
3.4.2. Bağımsız Değişken.....	45
3.4.3. Kovaryans.....	45
3.5. Veri Toplama Araçları.....	45
3.5.1. Biyomimikri Farkındalık Anketi (BFA).....	45
3.5.2. Günlük Yaşamla İlişkilendirme Testi (GYİT).....	46
3.5.3. Biyomimikri Tutum Ölçeği (BTÖ)	48
3.5.4. STEM Tutum Ölçeği.....	49
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik	50
3.7. Ders Planları	53
3.8. Uygulama Süreci	56
3.8.1. Deney Grubu Uygulamaları	56
3.8.2. Kontrol Grubu Uygulamaları.....	57

3.8.3. Veri Toplama Süreci	57
3.9. Veri Analizleri	58
3.10. Sayıtlar.....	59
3.11. Sınırlılıklar.....	60
4. BULGULAR	61
4.1. Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular	61
4.2. Çıkarımsal İstatistiğe Bağlı Bulgular	70
4.2.1. Birinci Alt Araştırma Sorusuna Ait Bulgular	71
4.2.2. İkinci Alt Araştırma Sorusuna Ait Bulgular	72
4.2.2.1. MANCOVA Testi Varsayımlarına Yönelik Bulgular	73
4.2.2.2. MANCOVA Sonuçlarına Ait Bulgular.....	78
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	82
5.1. Sonuçlar	82
5.2. Tartışma	84
5.3. Çalışmanın İç ve Dış Geçerliği.....	90
5.3.1. Çalışmanın İç Geçerliği	90
5.3.2. Çalışmanın Dış Geçerliği	91
5.4. Öneriler.....	91
KAYNAKLAR.....	94
EKLER	109
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	195
ÖZGEÇMİŞ.....	196

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	STEM Eğitim Alanları	9
Şekil 2.2.	Hynes, vd. (2011)'nin Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Basamakları	14
Şekil 2.3.	NASA (2018) Mühendislik Tasarım Süreci.....	15
Şekil 2.4.	Biyomimikri ile Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Süreci	16
Şekil 2.5.	Biyomimikri Tasarım Spirali	25
Şekil 2.6.	Biyomimikri 3.8'in Biyomimikri Tasarım Döngüsü	26
Şekil 3.1.	Araştırmanın Aşamaları	41
Şekil 3.2.	Ders Planlarının Geliştirilme Süreci	54
Şekil 4.1.	Toplam BFA Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafiği	64
Şekil 4.2.	Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) GYİT Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri	65
Şekil 4.3.	Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) BTÖ Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri	66
Şekil 4.4.	Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) STÖ Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri	67
Şekil 4.5.	Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) GYİT Son Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri	68
Şekil 4.6.	Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) BTÖ Son Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri	69
Şekil 4.7.	Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) STÖ Son Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri	70

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Biyomimikri Örnekleri ile Esinlenilen Canlılar Arasındaki İlişki	27
Tablo 3.1. Yarı Deneysel Desenin Simgesel Gösterimi	40
Tablo 3.2. Örneklemdeki Altıncı Sınıf Öğrencilerin Dağılımı.....	44
Tablo 3.3. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilere Ait Veriler.....	44
Tablo 3.4. GYİT'deki Maddelerin Altıncı Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki 'Ses ve Özellikleri' Ünitesine Ait Konu, Kazanımlara göre Dağılımı	47
Tablo 3.5. BTÖ Faktör Analizi Sonucu Elde Edilen Faktörler ve Faktör Yükleri.....	51
Tablo 3.6. STÖ Faktör Analizi Sonucu Elde Edilen Faktörler ve Faktör Yükleri.....	52
Tablo 3.7. Araştırmada Kullanılan Ölçek, Anket ve Testlere Ait Ön-test Güvenirlik Analizi Sonuçları	53
Tablo 3.8. Altıncı Sınıf Ses ve Özellikleri Ünitesi Kazanım ve Ders Saatleri ile Deney ve Kontrol Grubu Uygulamaları	55
Tablo 4.1. BFA Ön Test ile GYİT, BTÖ ve STÖ Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Ait Betimsel İstatistik Bulguları	61
Tablo 4.2. BFA Ön Test ile GYİT, BTÖ ve STÖ Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Ait Kolmogrov- Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Test Sonuçları.....	62
Tablo 4.3. BFA Ön Test Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way ANOVA) Betimsel Sonuçları	72
Tablo 4.4. BFA Ön Test Puanlarına Yönelik Tek Yönlü Varyans (One Way ANOVA) Analizi Sonuçları	72
Tablo 4.5. Kovaryanslar ve Bağımlı Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar	74
Tablo 4.6. Hata Varyanslarına Ait Levene Testi Sonuçları.....	74
Tablo 4.7. Çok Değişkenli Uç Değer Kontrol Sonuçları.....	75
Tablo 4.8. Bağımlı Değişkenler Arasındaki Korelasyon Sonuçları	76
Tablo 4.9. Box's Kovaryans Matrislerinin Eşitliği Test Sonuçları	77
Tablo 4.10. Regresyon Homojenliği Varsayımı İçin MRC Sonuçları	78
Tablo 4.11. MANCOVA Sonuçları.....	78
Tablo 4.12. Bağımlı Değişkenler için Grupların Karşılaştırılma Sonuçları	80
Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı Değişkenler Son Test Puan Ortalamaları.....	80

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

f	: Frekans
F	: Varyans Analizi Değeri
η^2	: Eta Kare
N	: Öğrenci sayısı
p	: Anlamlılık Derecesi
t	: t- değeri
%	: Yüzde
S	: Standart Sapma
$\bar{X}$	: Ortalama

Kısaltmalar

BFA	: Biyomimikri Farkındalık Anketi
BTÖ	: Biyomimikri Tutum Ölçeği
FeTeMM	: Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik
GYİT	: Günlük Yaşamla İlişkilendirme Testi
MANCOVA	: Multivariate Analysis of Covariance (Çok yönlü Varyans Analizi)
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	: National Research Council
STEM	: Science-Technology-Engineering-Mathematics
SPSS	: Sosyal Bilimler İstatistik Paketi (Statistical Package for the Social Sciences)
STÖ	: STEM Tutum Ölçeği

SES VE ÖZELLİKLERİ ÜNİTESİNDE BİYOMİMİKRI UYGULAMALARIYLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ ÖĞRETİMİN 6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN GÜNLÜK YAŞAMLA İLİŞKİLİNDİRME, STEM'E YÖNELİK TUTUM VE BİYOMİMİKRIYE YÖNELİK TUTUMLARINA ETKİLERİ

ÖZET

Bu araştırma, altıncı sınıf öğrencilerinin Ses ve Özellikleri ünitesinde biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğretimin günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM'e yönelik tutum ve biyomimikriye yönelik tutumlarına etkilerini incelemektedir. Araştırma, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel deseni ile deney grubunda ve kontrol grubunda ikişer şube ile yürütülmüştür. Uygulama öncesi grupları oluşturacak şubelerin denkliliğinin araştırılması için biyomimikri farkındalık anketi (BFA) uygulanarak öğrencilerin biyomimikri hakkındaki farkındalıkları ölçülüp sınıfların deney ve kontrol gruplarına rastgele ataması yapılmıştır. Araştırma 2022-2023 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde, Ankara ili Mamak ilçesinde öğrenim gören 109 altıncı sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilere 22 ders saati boyunca biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğretim uygulanırken, kontrol grubunda yer alan öğrencilere ise mevcut öğretim programında yer alan etkinlikler uygulanmıştır. Veri toplama araçları olarak Günlük Yaşamla İlişkilendirme Testi (GYİT), Biyomimikri Tutum Ölçeği (BTÖ) ve STEM Tutum Ölçeği (STÖ) ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin ses ve özellikleri ünitesine yönelik günlük yaşamla ilişkilendirme, biyomimikri tutum ve STEM'e yönelik tutum ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) testi ile yapılmıştır. Araştırmanın bulguları, deney grubunda yer alan öğrencilerin günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM'e yönelik tutum ve biyomimikriye yönelik tutumlarının kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM'e yönelik tutum ve biyomimikriye yönelik tutumlarını geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğretmenlere, MEB'e, öğretim programı geliştiricilerine, üniversitelere ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, Biyomimikri Tutumu, Günlük Yaşamla İlişkilendirme, Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim, STEM Tutumu.

EFFECTS OF BIOMIMICRY-ENRICHED ENGINEERING DESIGN BASED INSTRUCTION ON 6TH GRADERS' ASSOCIATION WITH DAILY LIFE, STEM ATTITUDE AND BIOMIMICRY ATTITUDE IN THE SOUND AND ITS PROPERTIES UNIT

ABSTRACT

This study investigated the effects of biomimicry-enriched engineering design-based instruction on sixth graders' association with daily life, STEM attitude, and biomimicry attitude in the Sound and Its Properties unit. The research was conducted using a pre-test-post-test quasi-experimental design with two classes in each of the experimental and control groups. To ensure the equivalence of the classes before the application, the Biomimicry Awareness Questionnaire (BAQ) was administered to measure students' awareness of biomimicry, and the classes were randomly assigned to the experimental and control groups. The study was conducted with 109 sixth-grade students attending schools in the Mamak district of Ankara province in the second semester of the 2022-2023 academic year. Biomimicry-enriched engineering design-based instruction was applied to the students in the experimental group for 22 lesson hours, while the students in the control group were exposed to the activities included in the existing curriculum. The Daily Life Association Test (DLAT) in the sound topic, Biomimicry Attitude Scale (BAS), and STEM Attitude Scale (SAS) were administered as pre-tests and post-tests to collect data. The pre-test and post-test scores of the students' association with daily life, biomimicry attitude, and STEM attitude in the sound and properties unit were compared using multivariate analysis of covariance (MANCOVA). The findings of the study revealed that the students in the experimental group had significantly higher levels of association with daily life, STEM attitude, and biomimicry attitude than those in the control group. The results indicate that biomimicry-enriched engineering design-based instruction is an effective method for developing sixth graders' association with daily life, STEM attitude, and biomimicry attitude. Recommendations were made for teachers, the Ministry of National Education (MEB), curriculum developers, universities, and researchers based on the findings.

Keywords: Biomimicry, Biomimicry Attitude, Association with Daily Life, Engineering Design Based Instruction, STEM Attitude.

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji, artan ihtiyaçlar doğrultusunda içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda karşılaştığımız problemlere karşı mevcut disiplinler tek başlarına istenilen sonuca götürememektedir. Günlük yaşamda karşılaştığımız sorunlara çözümün istenilen seviyede olması için yaratıcı fikirlere ihtiyaç vardır. Yaratıcı fikirlerin ortaya çıkması için yeni, farklı eğitim yaklaşımları kullanılarak disiplinler ayrımının ortadan kalkıp olayların bir bütün gibi birlikte ele alınması gerekmektedir. Yaratıcı fikirlere sahip bireyler yetiştirebilmek için günümüz bireylerinin eğitiminde öğrenci merkezli yaklaşımlar kullanılmalıdır. Bu bağlamda diğer alanlarda olduğu gibi fen bilimleri eğitiminde de öğrencilerin aktif olduğu mühendislik tasarım becerilerini kazanmalarına yönelik yaklaşımlar son yıllarda benimsenmiştir. Öğrencilerin mühendislik tasarım temelli etkinliklerle ders işlemeleri sorunlarına pratik çözüm bulmalarına, bir tasarım geliştirmelerine ve tasarım sürecini uygulama becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen 2018 fen bilimleri öğretim programına “bilimsel süreç becerileri”, “mühendislik tasarım becerileri”, “yaşam becerileri” gibi öğrencilere kazandırılması istenen bazı beceriler eklenmiştir. Bu programda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında öğrencilerin ihtiyaçlarını belirleyip bu ihtiyaçlarına göre çözüm önerileri hazırlanması istenmiştir (MEB, 2018). Mühendislik tasarım becerilerinin temelinde merak, buluş, üretim, girişim gibi kavramlar vardır. Öğrencilerin fen bilimleri dersi kavramlarını öğrenirken soyut kavramları zihinlerinde somutlaştırarak öğrenmelerinde zorlandıkları görülmektedir. Bu nedenle 2018 fen bilimleri öğretim programının amaçlarının karşılanabilmesi için geleneksel öğretim yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Amaçlar doğrultusunda fen konularının işlenmesinde yaparak ve yaşayarak öğrenilen, öğrenci merkezli farklı öğrenme yöntem ve teknikleri ele alınmalıdır. Öğrencilerin öğrenme aşamasında pratik yapmaları yaratıcılıklarını geliştirirken, dokunarak hissederek öğrenmek bilgileri kalıcı hale getirecektir.

Öğrencilere mühendislik tasarım becerilerini kazandırabilecek, bireyleri aktif hale getirebilecek, problemlerine yaratıcı çözüm önerileri sunabilecekleri yaklaşımlardan biri de STEM eğitimidir. STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik, matematik gibi disiplinleri bir araya getirmektedir. STEM eğitimi yaklaşımı öğrencilerin bu disiplinlerdeki kavramları bir bütün olarak kullanıp

derslere entegre ederek karşılaştıkları problemlere çözüm önerileri sunmalarını sağlar. STEM eğitiminin ortaya çıkmasının nedeni teknolojik gelişmelere katkı sağlamak için bireylere öğrenim hayatları boyunca bilgilerini yaparak yaşayarak, üretarak öğrenmelerini sağlamaktır. O’Hanley (2015) STEM uygulamasının derslerde kullanımının doğru yolu için, disiplinler arası köprü oluşturan başka bölümlerden gelen standartların eklendiğinden emin olunması ve tüm doğa bilimleri için değerlendirmelerin de dahil edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Kahya ve Özdilek, 2021).

Çözülmesi gereken bir dolu problemle karşılaşan bilim insanları ve mühendisler problem çözme süreçlerinde ilham kaynağı arayışlarında doğayı incelemiş ve sorunlarına buradan çözüm aramaya çalışmıştır. Meraklı gözlerle etrafında olan olayları inceleyen bilim insanları, büyük resimdeki ayrıntıları yakalayıp yeni icatlar yapmışlardır. Bu nedenle karşılaşılan sorunlara yaratıcı çözümler üretmek için gelecek nesiller doğanın incelenmesinden yararlanmalıdır. İnsanoğlu tarih boyunca zorlu koşullar için pek çok icat ettikleri ürünleri yapmayı etrafındaki canlılardan örnek alarak öğrenmişlerdir. Organizmaların hayatta kalabilmeleri için karşılaştıkları sorunları çözüme kavuşturduklarını gözlemlemek ve onlardan ilham almak gerekmektedir. Bunun için verimli bir çözüm tasarımcısı olan organizmaların hangi işlevsel özellikleri kullanarak problemlerine çözümler ürettiklerini bulmak için onları gözlemlemek önemlidir. Bu gerekçelerle ortaya çıkan “biyomimikri” doğadan ilham alarak yeni tasarımlar geliştirerek karşılaşılan problemlere çözüm üretmeyi hedefler. Biyomimikri doğayı inceleyerek mühendislik prensiplerini bulmak, onu kopyalayarak üretmek, yeni malzemeler ve teknolojiler oluşturmak için doğrudan onu kullanarak teknolojik ürünler ortaya koymaktır (Sparkes, 2020).

Mühendislik tasarımı yapılırken doğal kaynaklardan ilham almak, öğrencilerle bütünleşmek ve onlara rehberlik ederek etkili iletişim içerisinde olmanın bir yolu olabilir. Doğal bir gözlemci olan, sorgulayan, keşfetmeye eğimli öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmek için kendi deneyimlerini edinme fırsatına sahip oldukları ortamlar sunulmalıdır. Biyomimikrinin arkasında yatan neden düşünülmeyeni düşünerek farklı ürünler geliştirmeyi hedeflemektir. Bilim, mühendislik, mimari ve tasarım alanlarında daha çok faydalanan biyomimikri son dönemlerde fen eğitiminde de önem kazanmaktadır. Şu anda kullanılan fen bilimleri dersi öğretim programında ön plana çıkan

mühendislik tasarım becerileri öğrencilere kazandırılmak istenen alana özgü beceriler arasındadır. STEM uygulamalarında biyomimikri yaklaşımının özelliklerinden faydalanmak, bireylere fen bilimlerindeki bilimsel kavramları kavratırken hem de mühendislik tasarım ilkelerini kazanmalarında benzersiz bir öğrenme olanağı sunar (Gencer ve diğ., 2020). Bu nedenle bu çalışmada öğrencilere biyomimikri kavramı kavratılarak farklı bir bakış açısı geliştirmelerini sağlamak ve karşılaştıkları problemlere çözümü doğadan ilham alarak tasarlanan mühendislik uygulamaları ile geliştirebilecekleri gösterilmek istenmiştir.

Araştırmanın amacı fen bilimleri dersi kapsamında ele alınan konularda biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım prensiplerini kullanarak öğretimin gerçekleştirilmesinin sağlanmasıdır. Yapılan araştırmada öğrencilere gerekli bilgiler verilerek biyomimikri fikri bilincini kazandırmak, biyomimikriye ve STEM'e yönelik tutumları ile günlük yaşamla fen kavramlarını ilişkilendirmelerini sağlayacakları tasarımlar için ortamların oluşturduğu biyomimikriyi fen öğretimine entegre etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın önemi, araştırmanın amacı, araştırma soruları ve tanımlar verilecektir. Ayrıca bu çalışmaya temel teşkil edecek alan yazın incelemesi STEM ve mühendislik tasarım temelli yaklaşım, bilgilerin günlük yaşam ile ilişkilendirilmesi, biyomimikri ve ses konusu temel başlıkları altında incelenecektir.

2.1. Problem Durumu

Dünyadaki teknolojik gelişmelerle birlikte ekonomik başarılarında gelmesi ülkeler arasında yenilikçilik yarışını başlatmıştır. Bu teknolojik yarışın hızlanması, ülkeleri eğitim alanında da büyük değişiklikler yapmaya itmiştir. Eğitimde kullanılan öğretim programları çağa uygun olarak nesil yetiştirmek için yeniden şekillenmiştir. Özellikle bilim ve teknolojinin temeli olan fen alanında reform olarak adlandırılabilir çalışmaları yapılmıştır. Ülkeler 21. yüzyıl becerilerine sahip, yaparak yaşayarak öğrenme sürecinde aktif, yaratıcı, hayal gücü gelişmiş, problemlere sorgulayarak çözüm bulan bireyler yetiştirmeyi hedeflemişlerdir.

Çağın gerektirdiği özelliklere sahip bireyler yetiştirebilmek için öğretim programlarında uygun öğretim yaklaşımlarına ve etkinliklere yer verilmiştir. Bu yeni yaklaşımlardan biri de STEM'dir. Türkçe kaynaklarda FeTeMM olarak da geçmekte olup STEM daha yaygın olarak kullanıldığından bu çalışmada bu şekilde kullanılmıştır. İş alanında üretken, ülkeler kendileri için ekonomik üstünlük kazandıracak bireylerin yetiştirilmesi için fen eğitiminde STEM temelli öğretim tutumu geliştirmek gerekmektedir (MEB ve YEĞİTEK, 2016).

STEM eğitiminin hedeflerinden birincisi STEM sahalarında uzmanlık yapan öğrencilerin sayısını, ikincisi STEM alanında yetenekli iş gücünü, sonuncusu ise öğrencilerde STEM okuryazarlığını yükseltmektir (National Research Council [NRC], 2014). STEM temelli yaklaşım ile 2018 fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan mühendislik tasarım becerileri ve bilimsel süreç basamakları birbiriyle bağlantılı olup öğrencilerin motivasyonunu artırarak öğrenmelerinin kalıcı hale getirilmesi amaçlanmaktadır. 2018 fen bilimleri dersi öğretim programında ilimin tatbik ve ekonomiye kazanç sağlama nitelikleri ön planda tutularak, konu ve kazanımlar günlük yaşantıdaki gereksinimleri ve

problemleri kaldırmaya yönelik teknolojiler yapılmasını öngören bir tutumla ele alınmaktadır (MEB, 2018). Aynı zamanda programda vurgulanan “doğanın keşfedilmesi, insan-çevre-topluluk arasındaki etkileşimin önemini anlamak, günlük hayat problemlerinin çözülmesi, ekonomi, toplum ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir gelişme bilincinin kazandırılması” (MEB, 2018) gibi amaçların kazandırılmak istenmesi bu çalışmanın yapılması için zemin oluşturmuştur. Kısaca, fen bilimleri derslerinde mühendislik tasarım faaliyetleri bireylerin bilime karşı anlayış kazanmaları ve fen kavramlarını günlük yaşantıyla ilişkilendirmeleri açısından önemli bir yere sahiptir (Leonard, 2004).

Mühendislik; fen, teknoloji, matematik ile yakından ilişkilidir. Öyle ki mühendisler faaliyetlerinde fen ve matematiği kullanırken, fen bilim insanları ve matematikçiler de ortaya çıkan malzemeleri kullanırlar (NRC, 2014). Mühendisler çalışmalarını yaparken birçok ilham kaynağı aramışlardır. Bu ilham kaynaklarından biri de doğadır. Kullandığımız bazı araçların doğadaki kaynakların çalışma prensipleriyle benzer özellikte olması bu durumun bir göstergesidir. Bu durumdan yola çıkarak biyomimikri kavramının mühendislik tasarım basamaklarıyla öğrencilere verilmesinin onları bir mühendis gibi düşünerek problemlere çözüm aramaya itecektir.

Alan yazın taramasında biyomimikri kavramı üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde biyomimikri örnekleri ile desteklenmiş uygulamalar ile öğrencilerin biyomimikri fikirlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (Sumrall ve diğ., 2018; Yıldırım, 2019). Ancak fen bilimleri dersinde biyomimikri ile desteklenmiş mühendislik tasarım temelli yaklaşımı içeren ders planı uygulanmış deneysel bir çalışmaya çok fazla rastlanmamıştır.

Roobeek (2019), öğretmenlerle yaptığı çalışma sonucu yayınladığı raporda biyomimikri konusunun ortaöğretimde kullanılmasının öğrenciyi aktif hale getirerek 21. yüzyıl becerilerini kapsayan materyallerle bütünleşmesini sağladığını söylemiştir. Fen eğitiminde öğrencilerin hayal gücünün gelişimine, yaratıcılıklarına, merakını uyandırarak aktif öğrenmeyi sağlayacak biyomimikrinin eğitimde nasıl ve nerede kullanılacağı ile ilgili çok az çalışma yapılmıştır. Bu durumdan yola çıkarak bu çalışmada öğrencinin ilgisini çekecek bir çerçevede doğadan esinlenerek üretilen biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım uygulamaları ile fen bilimleri dersindeki ses ve özellikleri ünitesinin işlenmesine ve bu uygulamaların araştırma sorularımızda belirtilen

biyomimikri ve STEM'e yönelik tutum ile günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerine etkisine cevap aranmaktadır. Bu nedenle araştırmada fen bilimleri dersi ses ve özellikleri ünitesinin biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğretim ile işlenmesiyle altıncı sınıf öğrencilerinin günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM'e yönelik tutum ve biyomimikriye yönelik tutumlarına etkilerinin ne derecede olduğu sorusuna cevap aramak istenmiştir.

2.2. Araştırmanın Önemi

Karşılaşılan problemlerin çözümlerinin doğada saklı olduğu düşünüldüğünden, birçok teknolojik araç doğadan ilham alınarak tasarlanmıştır. Biyomimikri, doğayı inceleyerek ondan ilham alıp diğer canlıların sorunlarına çözüm bulmayı hedefler. Doğadaki canlıların karşılaştıkları problemlere çözüm olarak ürettikleri mühendislik prensiplerini bulup kopyalayarak yeni malzemeler, yapılar ve teknolojiler üretmek biyomimikrinin hedefidir. Bilim, mühendislik, mimari ve tasarım alanlarında daha çok faydalanan biyomimikri son dönemlerde fen eğitiminde de önem kazanmaktadır. Kullanılan fen bilimleri dersi programında ön plana çıkan mühendislik ve tasarım becerileri öğrencilere kazandırılmak istenen alana özgü beceriler arasındadır. Bu nedenle bu çalışmada öğrencilere biyomimikri kavramı kavratılarak farklı bir bakış açısı geliştirmeleri ve karşılaştıkları problemlere çözümü doğadan ilham alarak tasarlanan mühendislik uygulamaları ile geliştirebilecekleri gösterilmek istenmiştir.

Fen eğitimi alanında yapılan araştırmalara bakıldığında fen konularının öğrenciler tarafından kavranmasının zor olduğu görülmektedir. Bu nedenle farklı öğretim yöntem ve stratejileri kullanılarak konuların anlaşılması kolaylaştırılmaktadır. Mühendislik tasarım temelli biyomimikri ile zenginleştirilmiş olan ders programlarının uygulanması öğrencilerin yaparak ve yaşayarak konuları daha iyi öğrenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Doğadan esinlenilerek geliştirilen teknolojilerin özünde fen konularının olduğunu ve bu konular aktarılırken doğadan fikir edinme olan biyomimikri düşüncesi ile bu kavramla ilgili örnekler belirterek fen dersinin daha aktif bir şekilde işlenilerek çeşitli fikirler geliştirilmesi istenmiştir (Ersanlı, 2016). Araştırmayla öğrencilere biyomimikri yaklaşımıyla mühendislik tasarımı yaptırıldığında ses ve özellikleri ünitesine yönelik günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM ve biyomimikriye yönelik tutumlarına etkisi araştırılmak istenmiştir.

2.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel hedefi, öğrencilerin altıncı sınıf ses ve özellikleri ünitesini biyomimikri ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli uygulamalarla işlediklerinde, geleneksel yöntemle aynı üniteyi işleyenlere göre biyomimikriye yönelik tutum, STEM'e yönelik tutum ve günlük yaşamla ses ve özellikleri ünitesi kavramlarını ilişkilendirme düzeylerini karşılaştırmaktır.

2.4. Araştırma Soruları ve Alt Sorular

Bu araştırmanın bir temel araştırma sorusu ve iki alt araştırma sorusu bulunmaktadır.

Araştırmanın temel araştırma sorusu:

1. “Ses ve özellikleri” ünitesindeki biyomimikriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli uygulamaların Ankara ili Mamak İlçesinde öğrenim gören altıncı sınıf öğrencilerinin biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde, biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum son test puanlarına etkisi nedir?

Araştırmanın alt araştırma soruları ise şu şekildedir:

1. Altıncı sınıf öğrencilerinin uygulamalar öncesi biyomimikri farkındalıkları arasında anlamlı fark var mıdır?
2. Deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
 - 2.1. Deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde biyomimikriye yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
 - 2.2. Deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde, günlük yaşamla ilişkilendirme son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?

2.3. Deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM'e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde STEM'e yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?

2.5. Tanımlar

Mühendis: Türk Dil Kurumu (TDK, 2018) tarafından bireylerin çok yönlü ihtiyacını karşılamaya yönelik yol, bina, köprü gibi bayındırlık; beslenme, tarım gibi gıda; fizik, biyoloji, kimya, elektrik, elektronik gibi fen; otomobil, uçak, motor, iş makineleri gibi teknik ve sosyal alanlarda gelişmiş, bu alanlarla ilgili eğitim almış birey olarak tanımlanmıştır.

Mühendislik: Matematik ve temel bilimler kapsamında eğitim ve deneyim ile kazandığı bilgilerin toplum tarafından başlıca gereksinimleri karşılamak için en akılcı yoldan kullanılarak, doğadaki malzemelerin en iyi şekilde yapılara, makinelere, malzemelere ve olaylara dönüştürülmesidir (Bozkurt, 2014; Teknik Kütüphane, 2024).

STEM: Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından oluşur (Gonzalez ve Kuenzi, 2012) ve bu disiplinlerin entegrasyonunu içeren bir yaklaşımdır.

Biyomimikri: Karşılaştıkları sorunu tanımlama, bu soruna yönelik uygun doğadaki çareleri bulma, bu çözümleri tekrar toplum için yeniden tasarlamayı sağlayan tersine mühendislik sistemi (Gardner, 2012; Kandemir ve diğ., 2022).

Biyomimikri ile Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Uygulamaları: Biyomimikri örneklerinden ilham alınarak mühendislik tasarım basamaklarını içeren etkinliklerdir.

Geleneksel Yöntem Uygulamaları: Öğretmenin aktif ve öğrencinin pasif olduğu eğitim uygulamalarının genelidir.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme: Öğrencilerin ders kapsamında öğrendikleri kavramların günlük yaşamlarındaki yerini anlayabilme, bu kavramları günlük yaşamlarıyla ilişkilendirebilme ve açıklayabilme yeteneğidir (Özcan, 2019).

STEM'e Yönelik Tutum: Bireyin STEM'e yönelik düşünce ve davranışlarının eğilimidir.

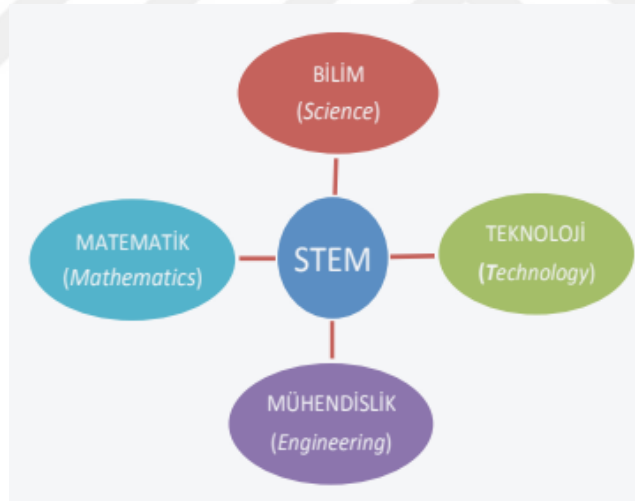
Biyomimikriye Yönelik Tutum: Bireyin biyomimikri konusuna ait duygu, düşünce ve davranışlarının eğilimidir.

2.6. Alan Yazın İncelemesi

Bu bölümde yapılan araştırmayla ilgili olarak teorik çerçeveye ve alanda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.6.1. Disiplinlerin Entegrasyonu: STEM ve Mühendislik Tasarım Temelli Yaklaşım

Günümüzde sıklıkla adını duyduğumuz STEM eğitimi Amerika Birleşik Devletleri'nde doğup tüm dünyada kullanılmaya başlanmış bir eğitim yaklaşımıdır. Ülkemizde Fen-Teknoloji-Matematik-Mühendislik (FeTeMM) şeklinde anılan ve esas adı Science-Technology-Engineering-Mathematics (STEM) olan bu fikir bireylere yaratıcı problem çözme biçimlerini kavratran disiplinler arası bir eğitim tutumudur (Akgündüz ve ark., 2015).



Şekil 2.1. STEM Eğitim Alanları (Altunel, 2018)

STEM yaklaşımı ile yapılan eğitim, bireylerin problemlere karşı doğa bilimleri arasında farklı bakış açısıyla bakmasını, bütüncül bir eğitim tutumuyla birlikte bilgi ve beceri elde etmesini amaçlar (Şahin ve diğ. 2014). STEM eğitimi doğa bilimlerini birleştirerek anlamlı öğrenme, var olan bilgiyi günlük yaşantıda kullanma, yaşam becerilerini yükseltme, üst düzey ve eleştirel düşünmeyi ele alan bir yaklaşım olarak düşünülebilir

(Yıldırım ve Altun, 2015). Dünyada ülkeler kendi çıkarlarını karşılamak üzere insan gücü yetiştirmeyi hedefleyen ve STEM eğitimi yaygınlaştırmak üzere destek programları düzenlenmektedir. Bu nedenle belirlenen amaçlara varmak için STEM eğitiminin kullanılmasının artırılması yarar sağlayacağı öngörülmektedir (Alperen, 2020).

Birçok tanıma sahip olan STEM eğitimi ülkemizde de benimsenerek Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından 2016 yılında STEM eğitim raporunu hazırlamıştır. Yayınlanan rapora göre STEM eğitimi;

“Teorik bilginin uygulamaya, ürüne ve yenilikçi buluşlara dönüştürülmesini amaçlayan, öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerinde öğrendikleri bilgileri bir bütünün parçaları olarak görmelerini sağlayan dünyada birçok ülkenin öğretim programlarına dâhil ettiği bir eğitim yaklaşımı olma özelliğini taşıyan bir eğitim yaklaşımıdır” (MEB, 2016).

Okul öncesi dönemden başlayarak yükseköğretim sonuna kadar verilen STEM eğitimi aracılığıyla bireyler entelektüel, kültürel ve fiziksel evrenini zenginleştirmekte ve problem çözme, eleştirel düşünme gibi yeteneklerini geliştirmektedir (MEB, 2016). Öğrencilerin hayal gücünün ve yaratıcılıklarının en fazla olduğu küçük yaşlarda STEM eğitimi almaları bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde önemli katkı sağlamaktadır. MEB (2016) tarafından yayınlanan bu raporun yanında diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de iş dünyasında da STEM eğitimi önem kazanmış olup bu konuda önemini vurgulayan raporlar paylaşılmıştır. İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından “STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi?” (Akgündüz ve diğ., 2015); Türk Sanayici ve İş insanları Derneğinin [TÜSİAD] öncülüğünde başlatılan STEM projesi kapsamında PricewaterhouseCoopers (PwC) (2017) tarafından hazırlanan “2023’e Doğru Türkiye’de STEM Gereksinimi” (TÜSİAD, 2014) bildirileri basılmış, yayımlanan bu bildirilerde ülkemizde STEM yaklaşımının eğitimde kullanılması gerekliliği vurgulanmıştır (Doğan, 2020).

STEM eğitiminin öğrenciye kattıkları eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme becerilerini geliştirmesinin yanında öğrendikleri bilgileri günlük yaşama uyarlamasında da katkısı vardır. Yıldırım (2016) yaptığı çalışmada STEM uygulamaları sonrasında öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmesine bu uygulamaların olumlu yönde imkân verdiğini göstermiştir. Türkiye’de 2017 yılında başlayan öğretim

programı değişimiyle bilginin sadece teoride kalmaması, günlük yaşantıda bir karşılığının olmasıyla birlikte bireylerin günlük yaşantıdaki problemlere çözüm bulmalarında önemli fırsatlar sergileyeceği üzerinde durulmuştur (MEB, 2017). Derslerde ğrencilere verilen bilgilerin günlük yaşantıda karşılığının olması, bireylere bu bilgileri kullanma fırsatı vereceği gibi asıl dünya sorunlarının da çözümünde fayda sağlayacaktır (Yıldırım, 2018).

Fen derslerinde mühendislik tasarım etkinlikleri STEM eğitimini destekleyici nitelikte olmakla birlikte, okul öncesinden başlayarak erken yaşlardan itibaren her sınıf seviyesinde gerçekleştirilecek mühendislik eğitimi, fen eğitiminin mühendislik tasarım yaklaşımı ile zenginleştirilmesi ya da tasarım temelli öğrenme gibi mühendislik ve fenin entegre edildiği ğretim anlayışı geliştirme çabalarına dayanır (Bozkurt, 2014). Tasarım, mühendislerin problemlere çözüm bulmak ve istenen işlevleri yerine getiren sistemler, ürünler veya süreçler geliştirmek için kullandıkları bir dizi adımdır (NRC, 2011).

STEM eğitiminin adı 2001 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde konulsa da tarihi ikinci dünya savaşına kadar uzanmaktadır. Bu durumun, 1957 yılında Sovyet Rusya'nın Suputnik'i fırlatmasıyla başladığı düşünülmektedir (Doğan, 2019). Uzaya ilk aracın fırlatılması gözlerin Rusya'ya çevirmesine neden olmuştur. Uzaya gönderilen bu araç ülkelerin kullandıkları eğitim programlarını tekrar incelemek için bir fırsat sunmuştur ve bilimde geri kaldığını düşünen ülkeler fen bilimleri ve matematik eğitimi alanına yoğunlaşmışlardır (Gürel ve Krhasan, 2018).

Bilimde çığır açan bu olay sonrasında 1958 yılında kurulan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) yeni keşifler yaparak bunları yayınlamıştır. Bu yayınları yapmasındaki asıl amaç STEM yaklaşımına olan merak ve ilgiyi arttırarak nitelikli toplum yetiştirmeyi aşılamaktır. İlk başlarda bu eğitim Bilim- Mühendislik- Teknoloji (SET) olarak isimlendirilmiştir (Alperen, 2020). Bu tarihlerden itibaren hızla STEM eğitiminin temelleri atılmaya başlanmıştır. ABD ülkesindeki eğitim için çeşitli değişikliklere gitmiştir. Bu değişikliklerden en çok rağbet göreni, 1996'da yayımlanan, fen bilimleri dersinde konuların nasıl aktarılacağına yönelik okullarda derslere yön veren bir ğretim çerçevesidir (National Research Council- NRC, 1996). Bu çerçevedeki amaç, öğrencilerde sorgulamaya yönelik anlamlı öğrenme becerilerini kazandırmaktır. ABD'de STEM eğitiminin derslerde kullanılması iki farklı biçimde gerçekleşmektedir: Okullarda işlenen derslerde mühendisliğin ara disiplin olarak yer verilmesi ve derslerde başarılı

olanlara yönelik STEM odaklı çalışmalar yapan okulların açılması (Akgündüz ve diğ., 2015). 2001 yılında resmi olarak ABD’li bilim insanları tarafından adlandırılan STEM hakkında, bu alanlarda eğitimin önemini konu alan, çağa ayak uydurabilecek gelecek nesillerin yetişmesi için birçok kuruluşlardan dokümanlar hazırlanmıştır. STEM programlarının uygulanması ile on ikinci sınıfın sonunda öğrencilerin, bilimle ilgili konularda kamusal tartışmalara katılabilecek, günlük yaşamlarıyla ilgili bilimsel bilgileri eleştirebilecek ve yaşamları boyunca bilgi edinmek için mühendislik uygulamaları ve temel fikirler hakkında yeterince bilgi sahibi olabilecek yeterliliğe gelmeleri gerektiği söylemiştir (NRC, 2012).

2014 yılında ABD’de Ulusal Mühendislik Akademisi (Natioanl Academy of Engieering (NAE)) ve Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council (NRC)) ile ortak bir komite kurarak STEM hakkında araştırmalar yapıp dökümanlar yayınlamışlardır. Komitenin yayınına göre disiplinlerin entegrasyonunu içeren STEM eğitimi öğrencinin öğrenmesinde, ilgisinde ve diğer değerli sonuçlarda olumlu bir fark yaratma potansiyelini güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır (NAE ve NRC, 2014). Bilimdeki ilerlemeyi teşvik etmek, zenginliği, refahı geliştirmek, ulusal sağlığı, ulusal savunmayı korumak için kurulan Ulusal Bilim Vakfı’nın da (The National Science Foundation, [NSF]), ABD’de bahsi geçen yapıdaki gelişmelere etkisi büyük olmuştur (Doğan, 2020). Amerika’da gerçekleşen bu yayınlar doğrultusunda tüm dünyada STEM eğitim-öğretim programlarına uyarlanmış, bu alanda çeşitli akademik çalışmalar yapılarak STEM eğitiminin önemi ön plana çıkarılmıştır.

Dünyada gerçekleşen bu eğitim reformlarına paralel olarak Türkiye’de de MEB son yıllarda STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar başlatmıştır. MEB, çeşitli kuruluşlar ve akademisyenler yayınladıkları raporlar ve yayınlarla eğitimde STEM’e yer verilip çağa ayak uydurulmasının gerektiğini vurgulamışlardır (MEB, 2017; MEB, 2016; TÜSİAD, 2017; Yıldırım, 2018).

MEB’in farklı okullardaki saha çalışmalarında öğretmenlerle yapılan görüşmelerde STEM eğitiminin nasıl derslere entegre edilebileceği hakkında endişelerin olduğu görülmüştür. Bu nedenle MEB öğretmenlere 2017 yılında STEM’i tanıtip derslerde kullanmaları için STEM uygulama adımlarını barındıran STEM öğretmen el kitabını yayınlamıştır (MEB, 2017). MEB (2017)’ye göre; STEM ile bireylerde araştırma yapma,

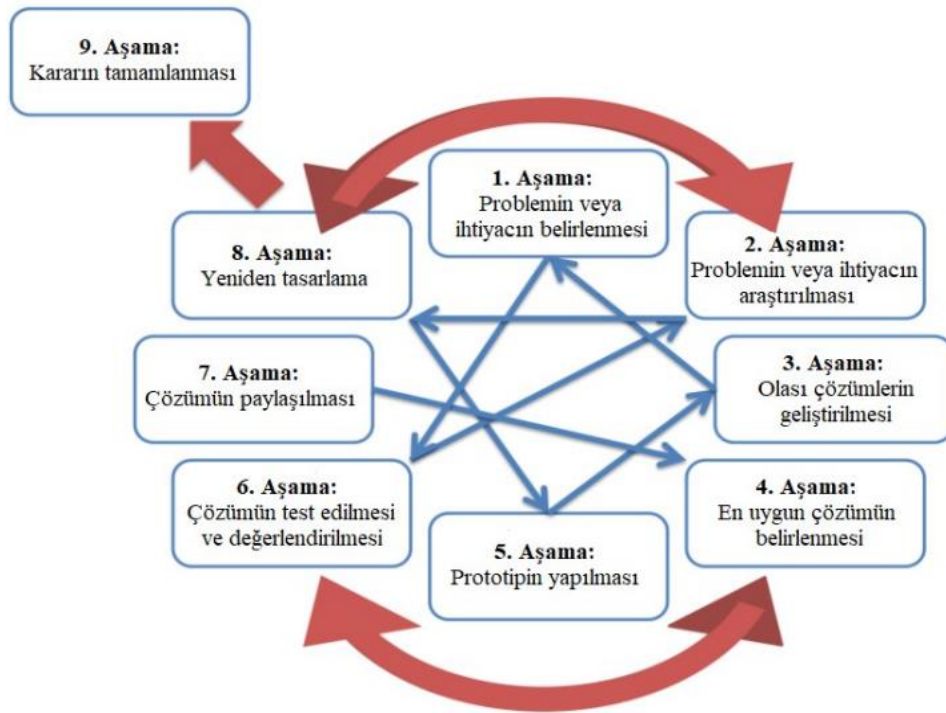
sorgulama, buluş yapma ve üretme becerilerini ortaya koymayı; sentez, analiz ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel yeteneklerini geliştirmeyi hedeflemişlerdir. STEM eğitiminin derslere entegre edilebilmesi için öğretim programlarında değişikliklere gidilmiş ve 2017 yılında fen bilimleri derslerinde STEM eğitimini kapsayan taslak bir öğretim programı olan 4. sınıftan 8. sınıfa kadar “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” ünitesi eklenmiştir. MEB’in 2018 yılında yayınladığı 2023 Eğitim Vizyonu Belgesi’nde ise:

“Öğrencilerin, çevrelerinde gördükleri sorunlara erken yaşlardan itibaren yenilikçi çözümler geliştirme farkındalığı ve bu çözümleri Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler ve Güzel Sanatlar gibi farklı disiplinlerle harmanlayarak üretme becerisi kazanması, gelişmiş ülke eğitim sistemlerinin temel hedeflerinden biri hâline gelmiştir.” (s.72)

açıklamasıyla eğitimde STEM çalışmalarının derslere uyumunun sinyalini vermiştir. 2023 Eğitim Vizyonu’ndan yola çıkarak öğretim programı 2018 yılında ele alınarak mühendislik, fen ve girişimcilik uygulamaları öğretimde bulunan her ünite içerisine konulmuştur. Bu bağlamda 2018 yılında yayınlanan öğretim programının temel hedefi fen okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Program, fen dersine yönelik beceri ve bilgilerini; teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarını birbiriyle entegre etmeyi, böylelikle toplum-çevre-birey birleşmesinde ortaya çıkan problemlere doğa bilimleri arasında farklı yönden yansıtmayı, kazanılan bilgi ve becerileri kullanarak bireylere ve topluma katkı sağlayacak ürünleri oluştururken, üretilen malzemelere katma değer sağlayacak stratejiler kazandırmayı kapsamaktadır (MEB, 2018). MEB’in öğretmenler ve öğrenciler için hazırladığı programların yoğun bir şekilde uygulanması, STEM eğitiminden verimli ve hızlı geri bildirimler alınmasını sağlayabilir (Altunel, 2018).

Şu anda kullanılan öğretim programında göze çarpan kavramlarından mühendislik “birey ve toplumların günlük yaşantı işlerini daha kolaylaştırarak gerekli olan fiziksel olguları tasarlayan ve tasarladıklarının üretimini, sürekliliğini, toplumda yaygınlaşmasını teşvik etmek, ekonomik ve teknolojik gelişmelere destek veren önder meslektir” (Dedetürk, 2020). Mühendislerin tasarım yaparken kullandığı belirli basamaklar vardır. Bu basamakların öğrencilere öğretim programındaki ders içerikleriyle benimsetilmesi onların mühendis gibi düşünmelerine ve tasarımlarını yapmalarına öncü olur.

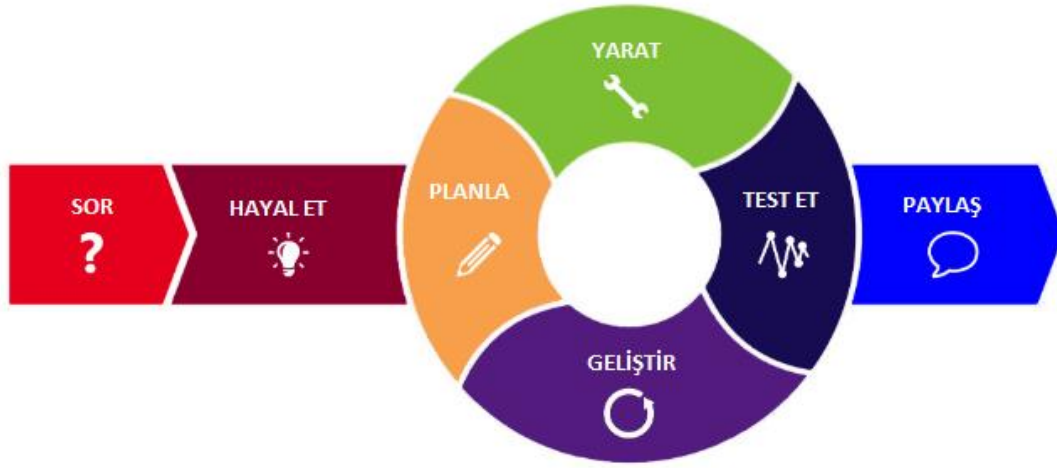
Mühendislik ve tasarım temelli öğrenme ile bireylerin, bilimsel sorular sorması, araştırmalar planlaması ve yürütmesi, verileri analiz ederek yorumlaması, bilgileri kanıtlara dayatarak gerekçelendirme yapması gibi bilim uygulamalarını kazandırılması hedeflenmektedir (NRC, 2012). Bu bağlamda fen bilimleri dersi kazanımları içeriğinde bu tarz uygulamalara daha çok yer verip mühendislik tasarım temelli becerilerin kazanılabilmesi için uygun ortam, zaman ve kaynağa yer verilmesi gerekir. Fen derslerinde mühendislik tasarım yaklaşımı, öğrencilerin fen içerik bilgisini ve tasarım becerilerini geliştirmeleri için bir araç görevi görür. Tasarım etkinlikleri aracılığıyla öğrenciler, başarılı bir ürün tasarımı için gerekli olan yeni bilgilere ihtiyaç duyar ve motive olurlar. Bu sayede hem fen bilgisi hem de tasarım becerileri gelişir (Bozkurt, 2014; Kolodner, 2002).



Şekil 2.2. Hynes, vd. (2011)'nin Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Basamakları (Dedetürk ve diğ., 2019)

Hynes, vd.'nin (2011) önerdiği ve dokuz aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci döngüsü STEM alanında kullanılan modellerden biridir (Dedetürk ve diğ., 2019). Şekil 2.2 bu döngüyü içermektedir. NASA'nın (2018) önerdiği ve Şekil 2.3'te verilen mühendislik tasarım sürecinde ise öğrenciler "Sor" aşamasında problemi tanımlar, "Hayal et" aşamasında araştırma fikirleri ve çözümler için beyin fırtınası yapar, "Planla"

aşamasında öğrenciler ortaya koydukları olası çözümler içerisinde en iyi birkaç çözümü seçer ve bu çözümler arasından en iyisi belirlenir, “Yarat/Prototip Oluştur” aşamasında çalışan bir model veya prototip oluşturulur, “Test et” aşamasında verileri toplayarak analiz eder ve test ederek sonuçları değerlendirir, “Geliştir” aşamasında test sonuçlarına dayandırarak tasarımlar geliştirilir ve “Paylaş” aşamasında ise diğerleriyle tasarımlar paylaşılır.

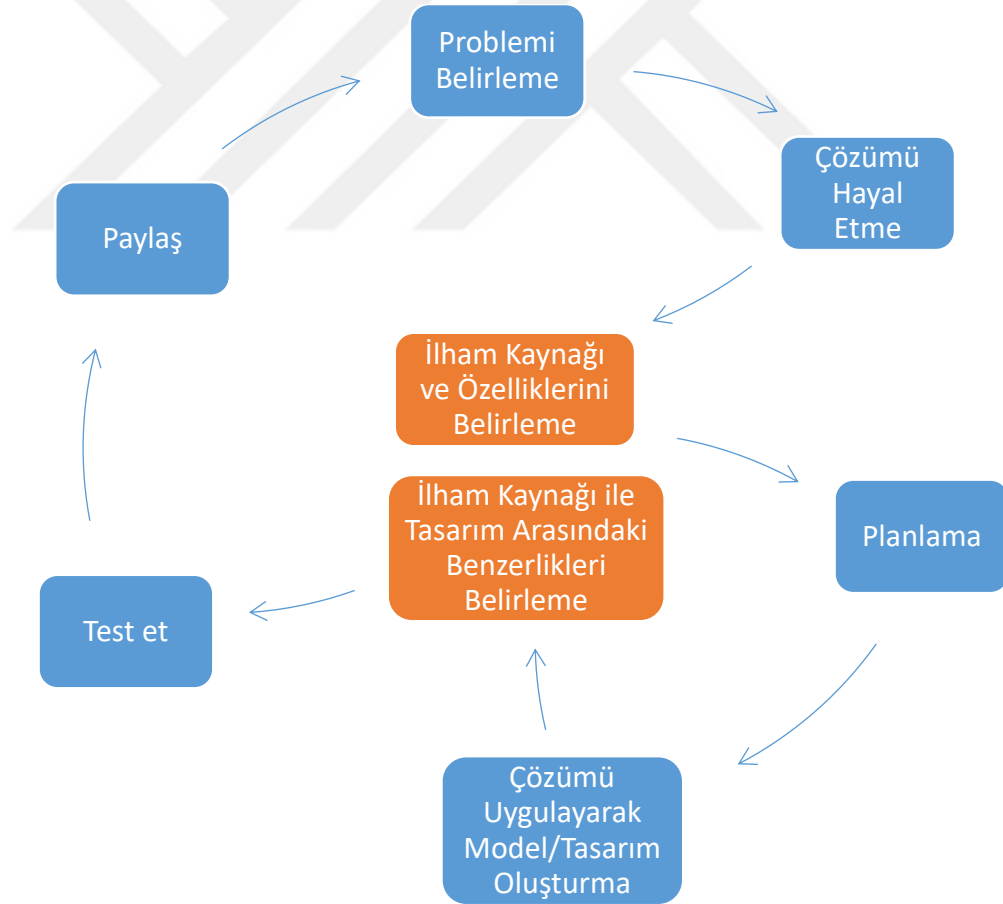


Şekil 2.3. NASA (2018) Mühendislik Tasarım Süreci

Bu çalışmada biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım uygulamaları yukarıda bahsedilen ve alan yazında yer alan mühendislik tasarım süreci döngülerine biyomimikri uygulamaları yerleştirilerek yeniden düzenlenmiş olup Şekil 2.4’te gösterildiği gibi bir süreç deney grubu etkinliklerinde uygulanmıştır. Burada amaç mühendislik tasarım sürecinde merkezde doğadan ilham alınan kaynakların belirlenerek tasarımlara bu ilham kaynaklarının özelliklerinin yansıtılmasıdır. Deney grubu için hazırlanan biyomimikri ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli etkinliklerde yer alan problem durumunun tespit edilerek ve doğadan ilham alınarak probleme çözüm bulunması amaçlanır. Bunun için aşağıdaki adımları takip ederek tasarım görevlerini tamamlamaları istenir.

1. Problem durumunu belirle: Tasarım etkinliği için verilen senaryodaki problem durumu belirlenir.
2. Çözümü hayal et: Belirlenen problem durumunu çözümü için araştırma ve tasarım fikirleri için beyin fırtınası yapılır.

3. İlham kaynağı ve özelliklerini belirle: Tasarım görevi öncesi tanıtılan konu ve kazanımla ilişkili biyomimikri örneğinden veya kendi araştırmalarından elde ettikleri bilgilerden yola çıkarak, problem için hayal ettikleri çözüm için doğadan ilham alabilecekleri kaynağı ve özelliklerini belirlerler.
4. Planla: Belirledikleri çözümler içerisinde en iyisi belirlenir.
5. Çözümü uygulayarak model oluştur: Problemin çözümü için bir model oluşturulur.
6. İlham kaynağı ile tasarım arasındaki benzerlikleri belirle: Problemin çözümü için oluşturulan modelin ilham alınan kaynak ile arasındaki benzerlikler belirlenir.
7. Test et: Eğer geliştirilen model veri toplayarak analiz etmeye uygunsa, tasarım görevi neticesinde oluşturulan modelle veri toplanarak analiz edilir, sonuçları değerlendirilir.
8. Paylaş: Son olarak ise problemin çözümünde doğadan ilham alınarak geliştirilen tasarımın ne derece etkili olduğu, nasıl geliştirilebileceği gibi konular tartışılarak tasarım görevi tamamlanır.



Şekil 2.4. Biyomimikri ile Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Süreci

2.6.1.1. STEM ve Mühendislik Tasarım Uygulamaları ile İlgili Çalışmalar

STEM ve mühendislik tasarım uygulamaları yaklaşımı kullanarak yapılan araştırmalar ile ilgili alan yazın taraması yapıldığında çok fazla sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Bu araştırmalar incelenerek kategorilere ayrıldığında çalışmaların; öğrencilerin akademik başarılarına etkisi (Ayaz ve diğ., 2020; Dedetürk, ve diğ., 2019; Gazibeyoğlu, 2018; Uzun, 2022; Zeybek, 2022), STEM'e karşı ilgi (Doğan, 2020; Pekbay, 2017; Toma ve Greca, 2017), tutum (Aydın ve diğ., 2017; Azgın ve Şenler, 2019; Balçın, ve diğ., 2018; Canbazoğlu ve Tümkeya, 2020; Doğan, 2019; Ültay ve diğ., 2020; Yaman ve Aşılıoğlu, 2021; Yavuz, 2019; Yıldırım ve Türk, 2018), konuları günlük yaşam ile ilişkilendirme (Akar, 2019; Pekbay, 2017), problem çözme becerileri (Altundağ, 2024; Kurtuluş, 2019), STEM temelli etkinliklerin hazırlanıp tasarlanması (Alperen, 2020; Aydın ve Baydere, 2019; Baş, 2023; Duran ve Sarı, 2021; Gencer ve diğ. 2020; Günbatar, 2018; Hacıoğlu ve Usta, 2020; Peterman ve diğ., 2017; Topalsan, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015) gibi gruplarda toplandığı görülmüştür. Türkiye'de özellikle STEM'in ve mühendislik tasarım uygulamalarının 2018 yılından itibaren öğretim programına entegrasyonu ile birlikte bu başlıklarla ilgili çalışmaların gittikçe arttığı görülmüştür. Bu bağlamda yapılan araştırma ve bulunan sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Eroğlu ve Bektaş (2016), Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nce yapılmış olan proje içinde ortaokulda görev yapan fen bilimleri öğretmenlerine STEM materyalleri ile etkinlikler uygulamıştır. Bu etkinlikler sonucunda yarı yapılandırılmış görüşme ile STEM hakkında öğretmenlerin düşünceleri toplanmış ve değerlendirilmiştir. Sonuç olarak STEM temelli ders etkinlikleri ile verilen eğitimlerin sayısının artırılması gerektiğini söylemişlerdir. Böylelikle öğretmenleri bu alanda geliştirerek kendi derslerine uyarlayabileceklerini söylemişlerdir.

Altan ve diğ. (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, FeTeMM eğitim yaklaşımı ile fen öğretmenlerine yönelik hizmet öncesi eğitim uygulanması ve eğitimin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerle verilerin elde edilmesi sağlanmıştır. Toplanan veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Eğitime katılan altı fen bilimleri öğretmen adayının süreci; yaparak yaşayarak öğrenmeyi, kalıcı öğrenmeyi, sorgulamaya dayalı olması ve motive edici olmasına ilişkin değerlendirilmeler yapılmıştır.

Topalsan (2018) tarafından yürütülen çalışmada, öğretmenlerin mühendislik tasarım temelli geliştirdikleri öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 45 öğretmen adayının katıldığı çalışmada elde edilen ürünler belirlenen 10 maddelik rubrik kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının bireysel olarak problem belirleme ve problemin anlaşılma basamaklarında sıkıntılar yaşadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle çalışma eğitimdeki gelişmelerin uygulayıcısı öğretmen adaylarının yeni gelişmeleri takip ederek yöntem ve tekniklerden haberdar olmaları gerektiğini ve mühendislik tasarım temelli öğretiminin derslerde kullanılması gerektiğini önermektedir.

Aydın ve Baydere (2019) yaptığı çalışmada, 7. sınıfta konunun mühendislik tasarım temelli etkinliklerle işlenmesiyle STEM etkinliklerine karşı öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlanmıştır. Durum çalışması şeklinde yürütülen araştırmaya 13 öğrenci katılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonucu olarak malzeme, uygulama süresi ve tasarım yapma gibi bazı zorluklarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Fakat görüşmelerden elde ettikleri sonuçlarda ise öğrencilerin STEM etkinliklerini yaparken eğlendikleri ve derse karşı ilgilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda STEM etkinliklerinin öğrencilere iş birliği, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme gibi becerileri kazandıkları görülmüştür.

Şahin ve diğ. (2022) yaptıkları çalışmada, ortaokul düzeyinde fen bilimleri dersi öğretim programında (2018) yer alan kazanımların, mühendislik ve tasarım becerileri bakımından incelenmesini amaçlamaktadır. Araştırmada 5-8. sınıf arası düzeylerinde fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan 245 kazanım içerik analizi ile incelenmiştir. Verilerin değerlendirilmesi ise “Mühendislik ve Tasarım Becerileri Rubriği” ile belirlenmiştir. Analiz ile elde edilen sonuçlara göre 5. ve 8. sınıf düzeyindeki kazanımların mühendislik tasarım becerilerini kazandırılması için eklenen kazanım sayısının çok az olduğu görülmüştür. Var olan kazanımların ise sadece yaratıcılık düzeyinde olduğu görülmüştür. Bu nedenle mühendislik tasarım becerilerinin kazandırılması için hizmet eden kazanım sayılarının artırılması gerektiği söylenmiştir.

Aydın ve diğ. (2017) yaptıkları çalışmada Guzey, Harwell ve Moore (2014) tarafından geliştirilen 28 maddeden oluşmuş olan STEM tutum ölçeğini Türkçeye uyarlayarak 4-8.

sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarını ölçmek istemişlerdir. İstanbul, Denizli, Antalya ve Kahramanmaraş illerinde 4-8. sınıflarda eğitim gören 964 öğrenciden veri toplanarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda daha önce deneyimi olmayan öğrencilerin STEM tutum düzeylerinin orta düzeyde olduğu görülmüştür ve cinsiyetin, devlet okulunun veya özel okulun, ebeveynlerin eğitim düzeyinin öğrencinin STEM tutumları üzerinde hiçbir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ancak araştırmada öğrencilerin sınıf düzeyleri, okulların bulunduğu yer ve meslek değişkenleri seçimlerin öğrencinin STEM tutumları üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu vurgulanmıştır.

Balçın ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmalarında ortaokul düzeyinde bulunan 436 öğrencinin FeTeMM'e karşı tutumları ile birlikte FeTeMM ile ilgili mesleklere karşı ilgilerinin belirlenmesi istenmiştir. Çalışma sonucunda katılımcıların FeTeMM'e karşı tutumlarının “olumlu” yönde anlamlı olduğu, bireylerin FeTeMM tutum ölçeğinden aldıkları puanlar ile FeTeMM ile ilişkili mesleklere karşı ilgilerinin ölçüldüğü FeTeMM ilgi ölçeğinden aldıkları puanları arasında anlamlı düzeyde pozitif yönlü bir bağlantının olduğu görülmüştür.

Akar ve Yadigaroglu (2021)'nin yaptıkları çalışmanın hedefi 5. Sınıf düzeyinde bulunan “Madde ve Değişim” ünitesi için geliştirdikleri FeTeMM yaklaşımı çalışmalar, bireylerin öğrendikleri bilgilerin günlük yaşantıyla ilişkilendirme yeteneklerine ilişkin etkileşimlerini incelemektir. Yapılan bu çalışma ile ortaya çıkan sonuç öğrencilerin ön test ve son testlerden aldıkları veriler arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Öğrencilerle yaptıkları görüşmelerde FeTeMM etkinlikleri için başarıyı artırma, eğlenceli olma, günlük yaşamla ilişkilendirme ve sosyal becerileri artırma gibi olumlu düşüncelere sahip oldukları görülmüştür.

Cambazoğlu ve Tümkaya (2020) çalışmasında 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutum düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Nicel araştırma desenlerinden betimsel tarama modeli kullanılarak yapılan çalışmada veriler STEM Tutum Ölçeği vasıtasıyla ortaya konmuştur. Ölçek sonucu çıkan verilerin sonuçları incelendiğinde FeTeMM tutumlarının çoğunlukla katılıyorum düzeyinde olduğu görülmüştür. Bireylerin FeTeMM'e yönelik yaklaşımlarının anne eğitim seviyesine göre anlamlı farklılık gösterirken, meslek seçimi, okul öncesi eğitim alma, cinsiyet ve baba eğitim seviyelerine göre farklılık gözlemlenmemiştir.

Azgın ve Şenler (2019) üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarının ve kariyer ilgilerine bazı değişkenlerin etkilerini incelemek için nicel araştırma yöntemi kullanmıştır. Verilerden elde edilen analiz sonuçlarına göre bireylerin ebeveynlerinin eğitim seviyelerine, cinsiyet faktörüne ve evde bilgisayara sahip olup internet kullanıp kullanmama düzeylerine göre STEM'e yönelik tutum ve kariyer ilgilerinin etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Pekbay (2017), doktora tez çalışmasında 7. sınıf bilim uygulamaları dersinde yapılan FeTeMM çalışmalarının öğrencilerin günlük hayatla ilişkili problem çözme becerilerine ve FeTeMM'e karşı ilgilerine etkisini ölçmeyi ve öğrencilerin FeTeMM hakkındaki görüşleri incelemeyi amaçlamıştır. Nitel ve nicel desenlerin bir arada yürütüldüğü iç içe desen yöntemi kullanılarak 71 ortaokul öğrencisine uygulama yapılmıştır. Nicel veriler günlük yaşama dayalı "Problem Çözme Becerileri Testi" ve "FeTeMM Alanlarına İlgili Ölçeği" yardımıyla elde edilmiştir. Nitel olarak elde edilen veriler ise yarı yapılandırılmış görüşme formları ile toplanmıştır. Nicel ve nitel veriler analiz edildiğinde öğrencilerin günlük hayatla ilişkili problem çözme becerilerini geliştirerek FeTeMM'e yönelik ilgilerinin arttığı, FeTeMM'e karşı olumlu gelişim gösterdiği sonucuna varmıştır.

Ayaz ve diğ. (2020) yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerin uygulamasında çalışma boyunca elektronik portfolyo tutulmasının öğrencilerin akademik yönden başarılarına ve STEM'e yönelik izlenimlerine bakmışlardır. STEM Tutum Ölçeği ve Akademik Başarı Testi ile kullanılarak veriler toplanmıştır. Toplanan veriler SPSS ile analiz edildiğinde elde edilen sonuçlar yorumlandığında bireylerin STEM'e yönelik yaklaşımlarını ve fen bilimleri dersi akademik yönden başarıları bakımından olumlu yönde etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Yıldırım ve Türk (2018) yapmış oldukları çalışmada öğretim programında yer alan STEM çalışmalarının kız öğrencilerin STEM'e karşı tutumları ile mühendisliğe karşı görüşlerine etkisini incelemek istenmiştir. Nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bu çalışmada STEM Tutum Ölçeği ve Mühendislik Bilgi Formu ile elde edilen verilerin sonuçları SPSS programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre STEM çalışmalarının kız öğrencilerin STEM'e karşı yaklaşımlarını ilerletmekte etkili olduğu ve STEM etkinlik çalışmalarının fen-mühendislik-matematik ile aralarında bağlantı kurdukları görülmüştür.

Cotabish ve diğ erleri (2013)'nin yaptıkları araştırmanın amacı ilkokulda okuyan  ğrencilerin STEM programına katıldıktan sonra bilimsel süreç becerilerinin, içerik bilgilerinin ve kavram bilgilerinin ne derecede değiştiğini ölçmektir. Araştırmanın sonucu olarak deney grubunda bulunan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, bilimsel kavramlar ve fen-içerik bilgisinde istatistiksel olarak anlamlı bir kazanım olduğunu ortaya koymuştur.

2.6.2. Bilgilerin Günlük Yaşam ile İlişkilendirilmesi

Doğası gereği soyut kavramlardan oluşan fen bilimleri dersinin bireyler tarafından zihinsel süreçlerden geçirilerek anlaşılması için konu içindeki kavramların somut hale getirilmesi sağlanmalıdır. Doğan ve diğ. (2004)'ın kendi çalışmalarında açıkladıkları gibi fen bilimleri derslerinde işlenen konuların günlük yaşantıda bulunan benzer örneklerinin ders anlatımında kullanılamaması ile, fen bilimleri dersinin bireyler tarafından anlaşılmakta zorluk çektikleri derslerden biri olduğu anlamına gelmektedir. Bireylerin öğrenmelerinin kalıcı olarak sağlanması için bilgileri somutlaştırdıkları, günlük yaşamda kullanabildikleri örnek ortamlarla derslerin işlenmesi gerekmektedir. Anlamlı  ğrenme sağlayacakları ortamların geliştirilebilmesi için günlük hayatla ilişki kurmalarını sağlayacakları etkinliklerin olması sağlanmalıdır (Bakırlı ve Aydın, 2023). Okullarda  ğrenme ortamlarında bireyin öğrendikleriyle günlük yaşantıda karşılaştıkları vakalar arasındaki benzerlikleri kavrayabilmesi ile birlikte fen bilimleri açısından okuryazar olmalarına destek sağlamaktadır (Ertaş ve diğ., 2011). Bu bağlamda öğrencinin derste işlenen konuların içine yarayacağını düşünmesi derse karşı ilgisinin artmasına ve kalıcı öğrenmelerin sağlanmasına neden olduğu söylenebilir. Ayrıca yaşantıyla bağdaştırmanın tesirli bir şekilde yapılmasıyla birlikte, günlük hayatla bilimsel evren arasında ilişki kurularak köprü görevinin görülmesi ve anlamlı öğrenme sağlanabilir (Mayoh ve Knutton 1997; aktr.  zcan, 2019). Bu bağlamda öğretmenlerin bir aracı olarak derslerde öğrenilen bilimsel bilgiler ile günlük yaşamla bağlantılarını sağlaması öğrenmenin kalıcı olarak sağlanmasını destekler.

Alan yazı taraması yapıldığında günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerine bakıldığı birçok çalışma vardır. Bu çalışmalardan en fazla araştırılan kısım öğrencilerin derslerde öğrendikleri konuları günlük yaşam ile ilişkilendirme durum ve düzeylerini tespit etmek için yapılan araştırmalar olduğu görülmüştür (Ayvacı ve Uçmak, 2022; Buyruk ve

Korkmaz, 2016; Doğan ve diğ., 2004; Er ve diğ., 2013; Gökçençelebi ve Özkan, 2011; Gül, 2020; Gürler, 2022; Ormancı ve diğ. 2020; Yadigaroglu ve diğ., 2017; Yıldırım ve Maşeroğlu, 2016). Bu alan yazın incelemeleri sırasında bir öğretim yöntemi kullanarak derslerin işlenmesiyle öğrencilerin bu yöntem ile günlük hayatla ilişkilendirme derecelerinin hangi düzeyde değiştiğini tespit eden çalışmaların (Çetin, 2014; Kara, 2016; Özcan, 2019) yanı sıra, öğrencilerin karşılaştıkları problemlerin çözümü için günlük yaşamla ilişkilendirmeleri (Bilir ve diğ., 2021; Yılmaz ve Aka, 2022) ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Fen eğitiminde günlük yaşam ile ilişkilendirme konusunda yapılan içerik analizleri ile ilgili tek bir çalışma ile karşılaşmıştır (Ormancı ve Çepni, 2018). Bu çalışmaya göre günlük yaşamla ilişkilendirme çalışmaları en çok kimya ve biyoloji konuları üzerinde yapılırken, bu konuların alan bazlı çalışmalarında ise; kuvvet ve hareket, hücre bölünmesi ve kalıtım, vücudumuzda neler var, ısı ve sıcaklık, hal değişimi, asit ve baz, fiziksel ve kimyasal değişim, manyetizma gibi kısımların olduğu belirtilmiştir (Ormancı ve Çepni, 2018). Araştırmanın bu bölümünde fen eğitiminde günlük hayatla ilişkilendirme ile ilgili çalışmaların bazıları özetlenmiştir.

Er ve diğ. (2013) öğrencilerin yaşamımızdaki elektrik konusunda öğrendikleri bilgileri günlük yaşam ile ilişkilendirme düzeyleriyle birlikte bilimsel süreç becerileri arasındaki ilişkiyi tespit etmek için 8. Sınıfa giden 27 öğrenciye çalışmalarını uygulamışlardır. Verilerin toplanmasında öğrenilen kavramların günlük yaşamla ilişkilendirme ölçeği yanında bilimsel süreç becerileri ölçeği kullanılmış olup, katılımcıların bilimsel süreç becerileri arttıkça bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin attığı sonucuna varmışlardır.

Kara (2016) yaptığı doktora tezi çalışmasında, 5. Sınıf maddenin değişimi ünitesinde 5E modelini temel alarak bağlam temelli senaryoların olduğu ders etkinliklerini 20 ders saati süresince uygulayarak öğrencilerin akademik başarılarına, günlük yaşamla ilişkilendirilmesine ve fen dersine karşı tutumlarına etkisini araştırmıştır. Ön test –son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre yaptığı çalışma sonucunda günlük yaşamla ilişkilendirme testi, fen dersine karşı tutum ölçeği ve öğrendikleri bilgileri ölçen akademik başarı testi ile verilerini toplayıp yorumlamıştır. Yaptığı analiz sonucunda madde ve değişim ünitesinde deney grubuna uygulanan etkinliklerin kontrol grubuna uygulanan geleneksel yöntemle göre bireylerin akademik yönden performansları ile

günlük yaşamla ilişkilendirme seviyelerine ve fen bilimleri dersine karşı yaklaşımlarına olumlu yönde etkisi olduğu sonucuna varmıştır.

Özcan (2019)'ın doktora çalışmasının amacı, fen dersinde argümantasyon yöntemi kullanılarak derslerin işlenmesinin öğrencilerin girişimciliklerine, öğrendikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerine, fen eğitimin sürdürülebilirliğine yönelik tutumlarını araştırmaktır. Yarı deneysel desen yöntemi ile uygulanan çalışmada veri toplama aracı olarak girişimcilik algısı ölçeği, günlük yaşam düzeylerini belirlemek için açık uçlu sorular ve sürdürülebilir fen eğitimi için yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Toplanan veriler analiz edildiğinde hazırlanan etkinliklerin uygulandığı deney grubunun bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerinin mevcut öğretim programının ön gördüğü şekilde derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür.

Bilir ve diğ. (2021), TÜBİTAK 4004 kapsamında gerçekleştirdiği projesinde kimya dersinde yaptığı etkinliklerin derse karşı tutumlarını ve derslerde elde ettikleri bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirme derecelerini araştırmıştır. Derslerde yaptığı bu etkinliklerin temelini bireylerin günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri problem durumları göz önüne alınarak araştırma sorgulama ve öğrenme isteklerini arttıracak biçimde olması göz önüne alınmıştır. Veri toplama aracı olarak tutum ölçeği ile bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme ölçekleri kullanılmış olup elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda elde edilen bulgular yorumlandığında öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarının olumlu yönde geliştiği ve araştırma sırasında elde ettikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin olumlu yönde arttığı görülmüştür.

Akar ve Yadigaroglu (2021) 5. Sınıf seviyesinde madde ve değişim ünitesi için geliştirdikleri FeTeMM çalışmalarının, bireylerin öğrendikleri konuları günlük yaşantıyla ilişkilendirme düzeylerini araştırmış ve sonuç olarak öğrencilerin ön test ve son testlerden aldıkları sonuçlar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Öğrencilerle yaptıkları görüşmelerde FeTeMM etkinliklerinin günlük yaşamla ilişkilendirme konusunda olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı belirlenmiştir.

Kandemir ve diğ. (2022) yaptıkları çalışma kapsamında öğretmen adaylarının biyomimikri hakkındaki fikirlerini almış olup biyomimikri konusunun fizik dersi konuları

ve günlük yaşıntıyla bağlantı kurma becerilerinin düzeylerini kontrol etmeyi amaçlamıştır. 15 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formunun uygulandığı 20 öğretmen adayından elde edilen veriler kategorilere ayrılarak çözümlenmiştir. Analiz yapıldığında öğretmen adaylarının çalışmada kullanılan biyomimikri yaklaşımından esinlenerek yapılmış örneklerinden ilham alınarak tasarım durumlarının ve fizik konularıyla biyomimikri örneklerini günlük yaşamla ilişkilendirebildikleri sonucuna varmışlardır.

2.6.3. Doğadan İlham Alma: Biyomimikri

İnsanoğlunun ilham aldığı kaynaklardan biri de doğadır. Doğaya farklı bir bakış açısıyla bakarak doğanın karşılaştığı problemlere karşı sunduğu çözümleri görebilir, bunları bilimsel ve teknolojik gelişmelerde ilham kaynağı olarak kullanarak sürdürülebilir ve akılcı çözümler getirebiliriz.

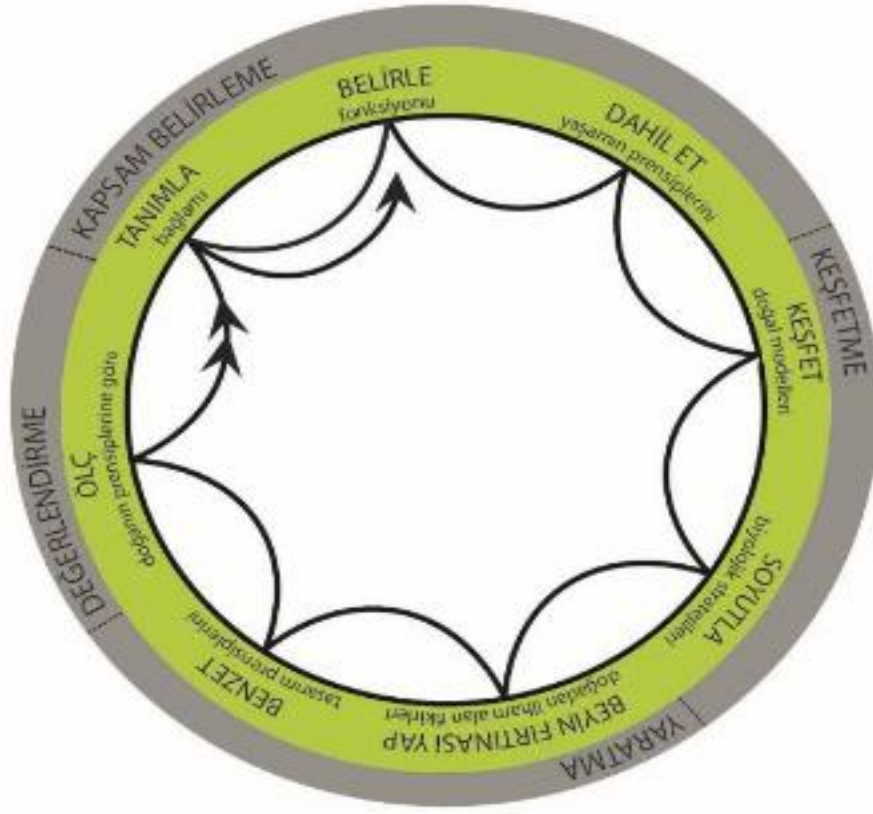
Doğayı taklit veya doğadan ilham almak anlamına gelen “biyomimikri” ilk defa 1997 yılında Janine Benyus tarafından ifade edilmiştir. Biyomimikri “biyo” ve “mimikri” kelimelerinden oluşmaktadır. “Biyo”, yaşam, doğa ya da hayat anlamlarına gelirken “mimikri” taklit anlamına gelmektedir (Yıldırım, 2019). Biyomimikri yerine “biyotaklit” ve “biyomimetik” kelimeleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Biyomimikri doğayı inceleyerek mühendislik prensiplerini bulmak, onu kopyalayarak üretmek yeni malzemeler teknolojiler oluşturmak için doğrudan onu kullanarak teknolojik ürünler ortaya koymaktır (Sparkes, 2020, s.15). Biyomimikri doğanın güzelliklerine bakarak ondan ilham alıp diğer canlıların sorunlarına çözüm bulmayı hedefler. Günümüzde yaşayan türlerin kullandığı stratejilerden öğrenen ve onları taklit eden bir uygulamadır (Biomimicry Institute, 2017). Biyomimikri, ekosistemler içinde yaşayanlar için korumayı teşvik ederek hayatta kalmak ve gelişmek için ihtiyacımız olan bilgiyi barındırır. Biyomimikri çalışmaları iki ana adımdan oluşmaktadır. Bu adımlardan birincisi; ürün tasarımı yapılırken doğanın incelenmesi, ikinci adım ise; tasarımı yapan kişinin bu incelemelere göre en makul çözümü bulmasıdır (Kandemir ve diğ., 2022). Doğa her zaman, insanların yaşamını geliştirmek istemesinden dolayı esinlendikleri ve taklit ettikleri bir kalıp olarak kullanılmıştır (Keskin ve Yavuz, 2019). Organizmaların yaşamlarına baktıklarında ekosistemin bir parçası olan sürdürülebilirliği temel aldıkları görülmektedir. Doğadaki canlılar doğaya uyum sağlayıp yaşamlarını tüketmeye değil

hayatta kalmak için sorunları çözmeye odaklıdır. Benyus (2022)’a göre önemli olan doğadan ne aldığımız değil ne öğrendiğimizdir. Doğadan sürdürülebilir özelliğini örnek aldığımızda çevreye zarar vermeden yaratıcı yeni ürünler tasarlayabiliriz. Biyomimikri yaklaşımında temel amaç karşılaştığımız sorunlarda kendimize “doğa bu soruna nasıl çözüm bulurdu?” sorusunu sorup cevabını bulmaya çalışılmak olmalıdır. Biyomimikri, yeni ürünlerin tasarımında çözüm üretmek için organizmaların kullandıkları beklenmedik uyarlamaları örnek almaktır. Organizmaların sadece şekillerini değil, bu yapıların nasıl çalıştıklarını anlamlandırmaya dayanır. Biyomimikri, tasarım süreçlerini beş temel adımda tanımlar (Keskin ve Yavuz, 2019): 1. Tanımlama, 2. Dönüşüm, 3. Keşfetme, 4. Benzetme, 5. Değerlendirme. Benyus’un biyomimikri kavramını açıklamaya çalışırken kullandığı fikirlerden faydalanarak biyomimikri ürün tasarımı için spirali oluşturan Carl Hastrich, bu spiral ile (Şekil 2.5) tasarımcılar için rehberlik etmeyi amaçlamıştır (Fıstıkçı ve Gündüz, 2021)



Şekil 2.5. Biyomimikri Tasarım Spirali (Keskin ve Yavuz, 2019)

Bir başka biyomimikri tasarım döngüsü ise biyolog, kimyager, mühendis, iş insanları ve tasarımcılar tarafından 1998’de kurulan “Biyomimicry 3.8” organizasyonunun sunduğu modeldir (Şekil 2.6). Bu modelin önceki bölümde tartışılan mühendislik tasarım döngüsü ile büyük oranda örtüştüğü göze çarpmaktadır.



Şekil 2.6. Biyomimikri 3.8'in Biyomimikri Tasarım Döngüsü (URL-2)

Mühendislik tasarım temelli eğitim ile öğrenme; karşılaşılan problemin belirlenmesi, belirlenen problemin çarelerinin bulunması, en makul çözümün seçilmesi, seçtiği çözüme göre prototip geliştirmesi, prototipin denenerek eksiklik durumunda tekrardan düzeltilmesi gibi aşamaları takip ettiğinde yapısı gereği STEM basamaklarını birleştirmektedir (Çelik, 2019). Biyomimikri yaklaşımıyla doğaya farklı gözle baktığımızda doğanın sisteminin devamlılığını örnek alarak yeni veya var olan ürünü geliştirmeye yönelik mühendislik tasarımı yapılabilir. Mühendislik tasarım becerilerinin ön planda olduğu tasarımlarla derslerin işlenmesiyle öğrenciler yaratıcı düşünmeye teşvik edilerek her karşılaştığı canlıda doğanın çözümlerini arar. Öğrencilerin doğadaki organizmaları sorgulayarak yapıların işlevlerini hangi düzeyde anladıklarıyla ilgili olarak nedensel çıkarımlar yapmaları gerekir. Bu, “mühendislerin doğadaki yapıları insanların ihtiyaçlarını karşılayacak tasarımlar için ilham kaynağı olarak incelerken böyle çıkarımlar yapmalarına” benzer bir yöntemdir (Gencer, ve diğ. 2020). Mühendislik tasarım yaklaşımıyla hazırlanmış ders etkinlikleri sayesinde öğrencilere bilimsel

kavramları öğretirken hem doğadan ilham almaları hem de mühendislik tasarım becerilerini bir arada kullanma imkânı vermektedir.

2.6.3.1. Biyomimikri Örnekleri

Doğa, insanların özgün mühendislik tasarımlarına ilham olmuştur. Öyle ki mühendislik tasarım basamakları ile biyomimikri tasarım süreci birleştirilerek birçok tasarım geliştirilmiştir. Biyomimikri bilim, sanat, mimari, mühendislik gibi birçok alanda birçok yeni tasarımların oluşumuna öncü olmuştur. Tersine mühendislik çeşidi olan biyomimikriyi; problem durumunun tanımlanması, tanımlanan probleme en makul doğadaki çözümleri tespit etme, bu çözümleri tekrar insan yararına yeniden tasarlama şeklinde tanımlanabilmektedir (Kandemir ve diğ. 2022). 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere kazandırılması gerektiğini vurgulayan fen bilimleri dersi içeriklerine uygulayabileceğimiz bazı biyomimikri örnekleri açıklamalarıyla Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Biyomimikri Örnekleri ile Esinlenilen Canlılar Arasındaki İlişki

İlham Alınan Canlı	Geliştirilen Tasarım	Açıklama
Albatros Kuşu	Robotik Planör	Albatros kuşu havanın hareket hızından yararlanarak kanadını daha az çırparak çok az enerjiyle saatlerce uçabilir. Havada yukarı kısımlarda bulunan, hızlı hareket eden hava katmanlarına girerek bir itme kuvveti kazanarak yükseldikten sonra dalışa geçerek yavaş hareket eden katmana iner. Bu özelliğinden yararlanarak motorsuz, güç kaynağı olmayan, hava akımıyla hareket edebilen planörler icat edilmiştir.
Kambur Balina	Rüzgâr Türbini	Kambur balinalar çok büyük vücutlara sahip olmasına rağmen çok hızlı hareket etmelerinin nedeni yüzgeç yapılarının tüberkül adındaki tümseklerdir. Yüzerken tüberkül yapıları hava akımı oluşturarak suyun kaldırma kuvvetine ek kaldırma kuvveti oluşturur. Böylelikle az enerjiyle hızlı ilerleyebilir. Rüzgâr türbinlerinin pervanesi bu şekilde tasarlanarak rüzgar şiddetinin az olduğu zaman da bile yüksek verimle enerji elde edilir.
Lotus çiçeği	Kendi kendini temizleyen boya	Lotus yaprağının yüzeyinde suda çözünmeyen mumsu kütikula tabakası olduğu gözlenmiştir. Bu tabaka kurak bölgedeki bitkilerin su kaybını kontrol ederek su bitkilerinin ıslanmamasında önemli rol oynar. Bu özelliğinden yararlanarak geliştirilen ürünler benzer özelliklere sahip silikon boyalar üretilmiştir.

Tablo 2.1.(Devam) Biyomimikri Örnekleri ile Esinlenilen Canlılar Arasındaki İlişki

İlham Alınan Canlı	Geliştirilen Tasarım	Açıklama
Kertenkele	Gekkomat	Gekkomat adı verilen alet kertenkelenin düşey zeminde kolayca hareket etmesinden yararlanarak tasarlanmıştır. Bu aletin ellere ve ayaklara takılan parçaları ve dalgıç tüpü vardır. Dalgıç tüpündeki sıkıştırılmış hava hortumlar aracılığıyla sistem içerisinde dolaşarak parçaların tırmanılan yüzeye tutunmasını sağlar.
Hindi	Sensörler	Hindilerin baş kısımlarında bulunan kolojen demetlerinin arasındaki boşluk heyecanlandığında ve kızdığında değişip ışığın kırılmasına ve yansımaya neden olmaktadır. Böylece başının rengi kırmızı mavi hatta beyaz görünebilmektedir. Bu özelliğinden yararlanarak kimyasal maddeleri algılayabilen sensörler geliştirmişlerdir.
Yusufoçuk kanatları	Bina	Çok ince bir kanat yapmasına sahip olmasına rağmen çok dayanıklı kanatlarının olmasının nedeni ise çok fazla bölmelerinin olmasıdır. Bu bölmeler sayesinde yırtılmalar olmamaktadır. Bu yapıdan esinlenen tasarımcılar binaların çatı kısmını bu şekilde tasarlanmıştır.
Nautilus	Deniz altı	Nautilus adındaki suda yaşayan canlının salyangozun kabuğu gibi spiral organı vardır. Bu organa kendi ürettiği gaz yardımıyla basınç uygulayıp su doldurup boşaltabilir. Böylelikle derine ve su yüzeyine çıkabilir. Bu özelliğinden yararlanarak denizaltıları tasarlanmıştır.
Yunus	Sonar cihazları	Ses titreşimleri göndererek rotalarındaki cisimlerin nerede olduğunu hızını şeklini belirleyebilirler. Yunusların bu özelliklerinden çıkarak denizin derinliklerinde kullanmak için sonar cihazları icat edilmiştir.
Kıncanatlı Böcek Türü	Esnek Yüzey Kaplama Malzemesi	Kıncanatlılar türündeki böceklerin kanatlarının üzerindeki piramit benzeri yapılardan dolayı çok sıcak ortamlarda bile yaşamlarını sürdürebiliyor. Bu yapılar güneş ışığını yansıtarak böceğin ısınıp çevreye yansıtarak vücut ısısı düşer. Bilim insanları bir tür polimer ile böceğin kanatlarına benzeyen esnek yüzeyleri kullanarak kaplama ürünleri üreterek güneş ışığı altındaki sıcaklıklarının daha düşük olduğu gözlenmiştir.

2.6.3.2. Biyomimikri Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Alan yazın incelendiğinde biyomimikri uygulamalarıyla ilgili yapılan çalışmaların kısıtlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların büyük bir kısmı doğadan ilham alınarak tasarlanmış mimari tasarım (Ak ve Yavuz, 2019; Fıstıkçı ve Gündüz, 2021; Keskin ve Yavuz, 2019; Khanzadeh, 2019; Söğüt ve Sever, 2019; Uç ve Oğurlu, 2023), mühendislik (Eryılmaz, 2015; Yazıcı ve Kınay, 2021; Yıldız, 2012) ve sanat (Caferoğlu, 2021; Genç, 2013; Karataş, 2020; Özdoğan, 2015) alanlarında yapılmıştır. Eğitim alanında yapılan çalışmaları ise biyomimikri hakkında katılımcı görüşleri (Çakır, 2019; Qureshi, 2020; Sumrall ve diğ., 2018; Yıldırım, 2019), bir öğretim yaklaşımı şeklinde kullanılarak öğrencilerin yaptıkları çizim tasarımlarının analizleri (Alperen, 2020; Aydın, 2023; Bilici ve diğ., 2021; Çoban, 2019; Gökgöz, 2022; Terzi, 2023; Velioğlu ve Yakışan, 2022; Yakışan ve Velioğlu, 2019), içerik analizi (Avcı, 2019; Çelikel ve Uçar, 2020; Ersanlı, 2016; Jacobs ve diğ., 2022), STEM eğitimi ile birlikte kullanılarak bir etkinliğin geliştirilmesi (Aydın, 2023; Gencer ve diğ., 2020; Kaya, 2022; Pauls, 2017; Türe, 2023; Ülker, 2023;), günlük yaşam ile ilişkilendirme becerileri (Kandemir ve diğ., 2022) şeklinde gruplarda toplayabiliriz. Yapılan bu çalışmalar incelenerek aşağıda özetlenmiştir.

Jacobs ve diğ. (2022) çalışmasında biyomimikri öğretimi ile ilgili eğitimin farklı evrelerinde ve farklı disiplinlerdeki uygulamaları inceleyerek durum tespiti yapmayı ve eksiklik ve yönelimleri tespit etmeyi amaçlamıştır. Biyomimikrinin ilköğretimden yüksek öğretime ve sürekli eğitime kadar eğitim ve kariyerin çeşitli aşamalarında nasıl öğretildiğine odaklanan bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre eğitim sürecinin farklı evrelerinde biyomimikrinin nasıl ve hangi kapsamda öğretileceği konusunda ortak bir anlayış yoktur. Jacobs ve diğ. (2022)'ne göre biyomimikri, geleneksel disiplinlerin birçoğunu entegre eden bir disiplinler üstü alan olduğundan dolayı, bu uygulamayı geliştirmek ve etkililiğini incelemek için biyomimikrinin bilgi, yöntem ve değerlerini öğretecek çeşitli yöntemlerin geliştirilmesi, bunların test edilmesi ve biyomimikri uygulayıcılarına öğretilmesi gerekmektedir. Ancak, biyomimikri eğitimi ve öğretimi ile ilgili şu an hala (a) ne ve kime öğretileceği, (b) projelerde kimlerin yer alacağı, (c) öğretimde ve biyomimikri uygulamalarında hangi kaynakların, araçların ve yöntemlerin kullanılacağı ve (d) öğrenme fırsatlarının ne zaman ve nasıl sunulacağı gibi konularda

araştırmalar hala devam etmektedir. Araştırmacıların bildirdiğine göre biyomimikri eğitimi ilköğretim ve ortaöğretim (K-12) düzeyinde resmiyet dışı olarak yürütülmekte olup, ortaöğretim sonrası eğitimde ise dağınık bir şekilde yer almaktadır. Öğretmenler genellikle biyomimikriyi, öğretim programına entegre etmekten ziyade öğrenmeyi "zenginleştirmek" için öğrencilerine tanıtırlar.

Ülker (2023) yüksek lisans çalışmasında 7. sınıfta öğrenim gören bireylerin biyomimikri ve STEM eğitiminin olduğu ders planları ile uygulanan dersin öğrencilerin yaratıcılık becerilerine, derse karşı ve çevresel tutumlarına etkilerini göstermeyi amaçlamıştır. Yarı deneysel desen yöntem ile yaptığı çalışmada deney grubuna hazırlamış olduğu ders planlarını, kontrol grubuna ise mevcut programın öngördüğü ders planlarını uygulamıştır. Verilerini 'çevresel tutum ölçeği', 'fen bilimleri dersi tutum ölçeği' ve 'bilimsel yaratıcılık ölçeği' ile topladıktan sonra SPSS programı ile analiz etmiştir. Araştırma sonucu ise deney grubuna uygulanan biyomimikri ile STEM eğitim yaklaşımının bir arada kullanılması öğrencilerin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve fen dersine karşı tutumlarına olumlu yönde etki ettiğini göstermiştir.

Türe (2023) 10. sınıfta okuyan 80 öğrenci ile yaptığı çalışmada kimya dersinde enerji üretimi ve tasarrufu, kimyasal tepkimeler konusunda STEM etkinliklerinde biyomimikri uygulamalarının tasarım süreçlerindeki etki miktarını ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırma yöntemini kullanarak yapılan materyallerin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada STEM uygulamaları sırasında yaşanan problemler belirlenerek biyomimikri ve tersine mühendislik ile bu problemlerin çözümünde ne derecede etkili olduğuna bakmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin bu uygulamalar sonucunda biyomimikri ve tersine mühendislik temelli STEM etkinliklerinde katılımcıların tasarımlarını geliştirirken öğrendikleri bilgileri kullanma, süreci planlama, malzemeleri tanıma, farklı bakış açısı geliştirme, prototip oluşturarak sunma ve geliştirme gibi olumlu katkılarının olduğunu söylemiştir.

Yıldırım (2019) on yedi 3. sınıf fen bilimleri öğretmen adayının STEM eğitiminde biyomimikri etkinliklerine yönelik düşüncelerini incelemek üzerine yaptığı çalışmada; öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ile biyomimikri çalışmalarına karşı olumlu bakış açısına sahip olduğu bulgusunu elde etmiştir. Çalışmada verileri toplarken kullandığı "STEM Eğitiminde Biyomimikri Görüşme Formu" nu geliştirmiş, nitel araştırma

yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Bu uygulamaların neticesinde öğretmen adaylarının bilişsel ve psiko-motor becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı, doğaya ilişkin bakış açılarının değiştiği görülmüştür. Ancak, bazı öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreçleri ve bilimsel süreç becerilerini biyomimikri ile karıştırdığı da gözlemlenmiştir. Öneri olarak ise biyomimikri uygulamalarının ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde uygulanarak etkilerine bakılabileceği ifade edilmiştir.

Kandemir ve diğ. (2022) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada biyomimikri hakkında verdikleri örnekler hakkındaki fikirlerini incelemek ve yaklaşımı fizik konuları ve günlük hayatla bağlantılarını değerlendirmek üzere fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta okuyan 20 katılımcı ile nitel araştırma yöntemi olan olgu bilim modeli kullanılarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak 15 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmada öğretmen adayları balinaların kuyruğu, gekko kertenkelesinin ayaklarındaki dokular, pıtrak, kambur balina yüzgeçleri, deniz yosunlarının hareketleri, yusufçuk böceği, yalıçapkını kuşu, arı gözü yapısı ve bal peteği gibi biyomimikri örneklerinden ilham alarak günlük hayat ile bağlantı kurarak nasıl ürünler tasarlanabileceğini yeterince bilmediklerini belirtmişlerdir. Buna karşın lotus bitki yaprağı, kar tavşanlarının ayakları, termit yuvaları, ayçiçeği bitkisi, ateş böcekleri, yunus balıkları ve Nautilus canlıları biyomimikri örneklerinden esinlenerek günlük yaşantıda nelerin tasarlandığını daha iyi kavradıkları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda katılımcıların çalışmada verilen biyomimikri örneklerinden ilham alınarak tasarımlarını yapmaları veya ürünleri yenilemek için ve biyomimikri fikirlerini fizik konularıyla ilişkilendirmelerinin yeteri kadar olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca biyomimikri yaklaşımının fizik dersiyle sınırlı kalmaması diğer alanlarla da ilişkilendirilerek ilköğretim kademesinden itibaren öğretim programlarında yer alması gerektiği vurgulanmıştır.

Kim (2019) biyomimikri temelli tasarlanan bir robotik eğitim programı ile yaptığı çalışmada başlangıçta katılımcıların biyomimikri fikrine karşı ortalama bir yaklaşıma sahip olduğu, programın uygulanması sonrasında bireylerin ilgi düzeylerinin, anlama ve önem verme yaklaşımlarında olumlu tarafa doğru değişime sebep olduğunu belirtmiştir.

Alperen (2020) yüksek lisans tezinde 5. sınıf bilim uygulamaları dersinde biyomimikri konusunu temel alan bir öğretim tasarımı geliştirmiş ve uygulamıştır. Çalışmanın

bulguları incelediğinde doğanın açıklamasındaki işleyişlerin teknoloji ve mühendislikte tasarımların üretimini kolaylaştırdığına dair teknoloji ve doğa arasındaki bağ katılımcılar için anlaşıldığı belirlenmiştir.

Ersanlı (2016), doğadan esinlenilerek geliştirilen teknolojilerin özünde konuların öğrencilere verilirken temel fikri doğadan öğrenmek olan biyomimikri düşüncesi ve bu kavrama uygun örnekler vererek işlenen fizik konularının daha tesirli şekilde işlenilmesi yönünde farklı bir bakış açısı getirmeye çalışmıştır. Ersanlı (2016) derslerde işlenen konuların daha zevkli biçimde öğrenilmesi, bilgilerin kalıcı olmasının yolunun “ya yaşantı okulun içinde olmalı ve ya okul yaşantı içine götürülmeli” kaidelerini uygulamaya geçtiğini bildirmiştir.

Bilici ve Küpeli (2020); yayınladıkları bildiride biyomimikri fikrinden yararlanılarak hava kirliliği sorununa karşı geliştirebileceği çözümlerine karşı çevreye zarar vermeyen ürün tasarladıkları etkinlikler düzenlemiştir. Uygulanan bu etkinlikler sonucunda bireylerin etrafında yer alan problemlere göre girişimcilik algı düzeylerine etkisi ve farkındalık seviyeleri incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini Adana’da bir devlet ortaokulunda 8.sınıfta öğrenim gören 24 öğrenci (12 Kız,12 Erkek) oluşturmuştur. Tek gruplu ön test- son test deneysel desen yöntemini kullanarak verileri uyarladıkları “Çevre Farkındalık Ölçeği” ve “Girişimcilik Algı Ölçeği” ile toplamışlardır. Toplanan veri sonuçları mühendislik tasarım köklü biyomimikri etkinliklerinin bireylerin çevre sorunlarına karşı girişimcilik algı düzeylerini geliştirirken farkındalık seviyelerini arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Çoban (2019) yüksek lisans tezinde ilköğretim düzeyinde öğretim yaklaşımı sunarak biyomimikrinin fen eğitime uyarlamasını amaçlamıştır. Geliştirdiği biyomimikri öğretim yaklaşımını dersine girdiği bir devlet okulundaki 5. sınıf öğrencilerine uygulayarak öğrencilerin canlıların yapı ve fonksiyonları arasındaki ilişkiyi gösteren tasarımlar çizmeleri istenmiştir. Veriler ise öğrencilerin çizimleri incelenerek elde edilmiştir. Biyomimikri Tasarım Modeli aracılığıyla hazırladığı etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin yaratıcılığına katkı sağladığını, öğrencilerin ilgi alanlarına, bilgi ve yaşlarına uygun materyallerle derse daha iyi motive olduklarından bahsetmiştir. Öğrencilerin biyomimikri kavramı ile tanıştırıldığında doğadaki organizmalardan ilham alarak ve organizmaların fiziksel yapısının ardındaki işlevi dikkate alarak farklı tasarımlar

oluşturma çabaları gösterdiğini ve bireylerin doğadan ilham alan yaratıcı, uygulanabilir tasarım fikirleri üretebildiklerini göstermiştir.

Gencer ve diğ. (2020), organizmaların yapı ve işlevleri arasındaki ilişkiyi sorgulayarak hazırladıkları STEM etkinlikleri ile biyomimikri tasarım sürecini analiz etmişlerdir. Bu durum çalışmasında, yirmi bir 5. sınıf öğrencisinin insanlığa ait bir problemi çözmek için organizmalara ait bir yapıyı taklit ederek mühendislik tasarım süreci ile ilgili deneyimlerini aktarmaları istenmiştir. Bulgulara bakıldığında öğrencilerin geliştirdikleri tasarımların, bir organizmayla ilgili yapı ve fonksiyon arasındaki ilişki yoluyla biyomimikriyi karşılaştığı probleme yönelik çözümlerine yansıtmayı başardıklarını göstermektedir. Sonuç olarak, biyomimikri ile hazırlanmış STEM etkinlikleri ile öğrencilerin mühendislik tasarım süreciyle ilgili deneyimler yaşarken canlının, yapı ve fonksiyonlarını daha iyi kavramsallaştırmaları bulgusuna ulaşılmıştır.

Sumrall ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmada birinci sınıf öğrencilerine bir hikye aracılığıyla biyomimikri kavramını tanıtmıştır. Etkinlik, birçok öğrencinin aşına olduğu bir kavram olan kamuflaj hakkında sınıfa yapılan bir tartışma ile başlar. Daha sonra öğrenciler doğada gözlem yaparak kendi fikirleri ile bir sunum hazırlamışlardır. Bu alışma sırasında biyomimikri uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılığına, okuma becerilerine, iş birliği içinde çalışma ve kendini ifade etmelerine olanak sağladığı sonucuna varmışlardır.

Bilici ve diğ. (2021) 8. sınıf evre eğitimi dersinde dört ders saatinde uyguladıkları etkinliğe 24 ğrenci katılmıştır. Etkinlik sırasında öğrenciler mühendislik tasarım sürecine dahil olmuş ve hava kirliliği sorununu çözmek için kullanılabilecek evre dostu sistemleri entegre etmişlerdir. Etkinlikte ğrencilerin biyomimikri kavramını kavrayarak hava kirliliği ve farklı canlı organizmaların yapısal özellikleri gibi bilimsel kavramları keşfetmelerine yardımcı olunmuştur. Bu alışma, STEM eğitiminde biyomimikri tasarım etkinliklerinin kullanımını önermektedir.

Qureshi (2020) araştırmasında öğrencilerin biyomimikri sürecine nasıl dahil olduklarını ve eğitimcilere biyomimikriyi öğretmede yardımcı olabilecek içgörüleri ortaya çıkarmak için ne tür tasarımlar ürettiklerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bu amaçla 12 gruba ayrılan 70 lisans ğrencisi ile bir çalışma yapılmıştır. Öğrenciler sorgulamaya dayalı bir

öğrenme yöntemi kullanarak kendi sağlık sorunlarını seçip biyomimetik bir tasarım önermişlerdir. Öğrencilerin taklit ettiği organizma türleri, başarı ve zorluklar da dahil olmak üzere çok sayıda bulguyu ortaya koyan, tematik analiz yoluyla analiz edilen raporlar sunulmuştur. Özellikle araştırmaya dayalı öğrenmeyle tamamlandığında öğrencilerin tasarım ve sistem düşüncesi gibi becerilerini geliştirmek için yararlı bir yöntem olduğu sonucuna bu çalışmada varılmıştır. Öğrenciler 12 haftalık çalışma boyunca biyomimikri sürecinin özet aşamasında tasarım gerektirmesi nedeniyle resimler, çizimler ve diğer önemli çalışma formlarını içeren yazılı bir rapor şeklinde son ürünlerini hazırlamışlardır ancak öğrencilerden fiziksel bir prototip ürün geliştirmesi beklenmemiştir. Sadece tasarımlarının orijinal tasarım sorusunu ne kadar başarıyla karşıladığını teorik olarak gözden geçirmeleri ve ürün fiziksel olarak geliştirilecek olsaydı nasıl test edilebileceğini düşünmeleri istenmiştir.

Çakır (2019); öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada betimsel araştırma yöntemini kullanmıştır. Çalışma biyoloji eğitiminde her kademede öğrenim gören üniversite öğretmen adaylarından toplam 78 katılımcı ile yapılmıştır. Biyoloji bölümünde öğrenim gören katılımcıların doğadaki tasarımlara ait farkındalıkları ile biyomimikri fikrine karşı farklı bakış açılarını belirlemek amacıyla 19 sorudan oluşan “Biyomimikri Farkındalık Anketi” geliştirilip uygulanmış ve elde edilen veriler cinsiyet, sınıf seviyesi ve akademik başarı gibi bazı değişkenler açısından incelenmiştir. Çalışma ile birlikte biyomimikri fikrinin aktarımı ve bireylerin doğadan ilham alma fikri hakkındaki farkındalıklarının artırılmasına yönelik yapılan çalışmaların, doğadaki canlıların kendi tasarımlarından yola çıkarak daha etkili çalışma biçimleri kullanmalarına ve teknolojinin içinde bulunduğu öğretimin hazırlanmasına olanak sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Yakışan ve Velioğlu (2019) yaptıkları çalışmada ilkökul seviyesinde okuyan 4. sınıf öğrencilerinin canlıların özelliklerinden ilham almak (biyomimikri) bazı çeşitli teknolojik ürün tasarımları istenmiştir. Bu tasarımların analizi için kullandıkları veri toplama aracı bireylerin kendi yaptıkları çizimlerden yararlanmışlardır Toplam 58 öğrenci üzerinde yürütülen bu çalışmada öğrenciler farklı hayvan türlerinin sahip olduğu özelliklerden yararlanarak farklı tasarımları çizmiştir. Çizimler incelendiğinde öğrencilerin tasarımlarında yaşadıkları coğrafi bölgelerden öğrendikleri ve kendi sosyal çevrelerinden bağlantı kurdukları görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma, ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin

hayvanlardan ilham alarak oldukça yaratıcı ve özgün teknolojik ürün tasarımları yapabildiklerini göstermiştir. Eğitimcilerin bu potansiyeli keşfetmesi ve öğrencilerin biyomimikri prensiplerini kullanarak tasarımlar yapmalarını teşvik etmesi önerilmiştir. Velioğlu ve Yakışan (2022) yaptıkları bir diğer araştırmada ise ortaokul düzeyinde öğrenim gören 7. sınıf öğrencilerinin canlıların özelliklerinden ilham alarak yapmayı düşündükleri tasarımlarını kendi çizimleri ile belirlemeyi amaçlamıştır. Yaptıkları durum çalışmasında 7. sınıfta öğrenim gören 30 öğrencinin hayvanlardan ilham alarak tasarladıkları fikirleri içerik analiziyle incelemişlerdir. Sonuç olarak, STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının arttırılabileceği, böylece öğrencilerin canlılardan ilham alarak gerçek teknolojik ürünler tasarlamalarının sağlanacağını söylemişlerdir.

2.6.4. Ses ve Özellikleri Konusu

2018 fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde ses konusunun 3. sınıfta sesin işitmedeki rolü, 4. sınıfta geçmişten günümüze ses teknolojisi, 6. sınıfta ses ve özellikleri ünitelerinde işlendiği görülmüştür. Altıncı sınıfta ses ve özellikleri ünitesi kapsamında verilen sesin yayılması, enerji oluşumu, yansıması, soğurulması gibi konuların soyut ve karmaşık kavramlardan oluşmasının ses ve özellikleri ünitesinin anlaşılmasını zorlaştırdığı birçok çalışmada ortaya çıkmıştır (Demirci ve Efe, 2007; Küçük ve diğ., 2021; Küçüközer, 2009; Yağır, 2021). Ne kadar günlük yaşamdan bir konu olduğu görülse de öğrenciler için soyut kavramlara sahip ses ve özellikleri ünitesinin bilgileri günlük yaşamda uyarlayarak kullanmaları oldukça zordur (Aksoy ve Özcan, 2020).

Küçük ve diğ. (2021); öğretmenlerin fikrini alarak yaptıkları durum çalışmasında öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak işlenmiş ses konusunu anlamakta zorlandığı sonucuna varmışlardır. Alan yazındaki bir diğer çalışmada ses ile ilgili ünitelerin öğrenciler tarafından anlaşılmasında bireylerin zorluk yaşadığı görülürken bu konuları anlaşılması zor kavramlar olarak söyledikleri belirtilmektedir (Küçüközer, 2009). Bu nedenle ses ve özellikleri ünitesinde yaşanan bu problemlerden dolayı, nasıl daha iyi öğretilir, günlük yaşamla ilişkisi nasıl daha iyi sağlanabilir gibi konuların fen eğitimi araştırmalarında araştırılması gereken konulardan olduğu söylenebilir. Ses, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşarak, yaşadıkları ortamları ve çevrelerini anlamlandırabilmeleri için gerekli olan soyut bir kavramdır. Bu doğrultuda ses kavramına yönelik bilimsel bir bakış açısı edinen bireyler, günlük hayatta karşılaştıkları teknolojik

aletlerin sistemini kavrama, farklı hava koşullarında sesin duyulup duyulmayacağını ifade etme, ya da yüksek bir ses dalgasının yıkıcı etkilerine dair bilimsel açıklamalar getirme gibi örneklerle açıklık getirebilir (Eshach ve Schwartz 2006, aktr. Kara 2022). 2018 fen bilimleri dersi öğretim programında ses ve özellikleri ünitesinde öğrencilerin sesin yayıldığı ortamları tahmin ederek test etmeleri, farklı cisimlerde üretilen seslerin farklı olduğunu ve aynı sesin farklı ortamlarda farklı duyulduğunu, sesin sürat ve enerjiye sahip olduğunu, sesin maddeyle etkileşerek soğurulduğunu, yansıtıldığını gözlemlemeleri, akustik kavramını ve mimarideki uygulamalarını kavramaları amaçlanmaktadır (MEB, 2018). MEB bireylere kazandırmak istediği kazanımlardan yola çıkarak öğrencilerin konuları eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini kullanarak günlük hayattaki karşılaşılabilecekleri problemleri çözüme kavuşturma üzerine durmuştur. Yapılan çalışmalar içerisinde biyomimikri ile birlikte günlük yaşamla ilişkilendirme yaparak ses konusunun somutlaştırılabileceğine ve öğrenmeyi kalıcı hale getirebileceğine dair bir araştırmaya rastlanmamış olup bu kısımda eksiklik görülmüştür. Bu araştırmayla birlikte ses ve özellikleri ünitesindeki boşluk doldurulmak istenmiştir.

2.6.4.1. Ses Ünitesi ile İlgili Araştırmalar

Ses ve özellikleri konusunda yapılan araştırmalar ile ilgili alan yazın taraması yapıldığında çok fazla sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Alan yazın incelemesi yapıldığında ses kavramı ile ilgili yapılan çalışmalar çeşitlilik göstermekle birlikte çalışmaların içeriği farklı öğretim yöntemlerin bu konudaki akademik başarıya etkisi (Aksoy ve Özcan, 2020; Dağılmaz, 2023; Dedetürk ve diğ., 2019; Kara, 2022; Kurt ve diğ., 2023; Küçük, 2022; Uzun, 2022; Zeybek, 2022), fen dersine karşı tutum (Aksoy, 2021; Aksoy ve diğ., 2023), motivasyon (Aksoy, 2021; Kara ve Zorlu, 2023; Mumcu, 2023;), kavramsal anlama düzeylerinin ölçülmesi (Atasoy ve diğ., 2013; Orduhan ve Şahin, 2023), ses ve özellikleri hakkında katılımcı görüşleri (Bakırlı ve Aydın, 2023; Dolunay ve Karamustafaoğlu, 2021; Küçük ve diğ., 2021; Yağır, 2021) öğrencilerin öğrendiklerini zihinsel modellerine etkisinin incelenmesi (Sönmez, 2020) ve katılımcıların ses konusu hakkındaki kavram yanılgıları (Küçüközer, 2009; Öztürk ve Atalay, 2012) gibi içeriklerde yoğunlaşmıştır. Aşağıda bu konuda incelenen araştırmalar özetlenerek kısaca açıklanmıştır.

Aksoy (2021) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında ses ve özellikleri konusunda tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına etkilerini incelemek için

karma yöntem araştırması yürütmüştür. Elde edilen veri analizleri incelendiğinde sonuç olarak tasarım temelli eğitimin ses konusunda öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına olumlu anlamda katkı sağladığı görülmüştür. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde ise öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik görüşlerinde olumlu anlamda değişimler gerçekleştiği söylenmiştir.

Kara ve Zorlu (2023) yaptıkları çalışmada uzaktan eğitim döneminde altıncı sınıf ünitelerinden ses ve özellikleri konularının işlenirken işbirlikli öğrenme modelinin kullanılmasının bireylerin fen bilimlerine karşı motivasyonlarına ve akademik başarılarına olan etki derecelerini ölçmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntem ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Araştırma ortaokulda öğrenim gören 53 öğrenciye uygulanmıştır. Deney grubu için hazırlanmış derslerin ZOOM uygulaması üzerinden işbirlikli öğrenme modeline uygun işlenirken, kontrol grubuna ise mevcut programa uygun dersler ZOOM uygulaması üzerinden uygulanmıştır. Veriler “Ses Konusu Başarı Testi” ve “Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği” ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler analiz edildiğinde ses ve özellikleri ünitesinin uzaktan eğitim ortamında işbirlikli öğrenme modeli ile işlenen dersin katılımcıların motivasyonlarını arttırarak akademik olarak başarılarının yükseldiği sonuç elde edilmiştir.

Mumcu (2023) yaptığı çalışmasında ses ve özellikleri ünitesi işlenirken okul dışı öğrenme ortamlarından yararlanmış ve öğrencilerin fen konularına ilgisi ve motivasyonlarına etkisini araştırarak öğrenci görüşlerini almayı amaçlamıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden ön test –son test kontrol gruplu yarı deneysel desen modeli kullanılarak uygulamalar yapılmış olup deney grubuna uygulamak için 5E modeline uygun ders planları hazırlanmıştır. Veriler Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Fen Konularına Yönelik İlgi Ölçeği ile elde edilmiştir. Analizlere göre deney grubunun fen konularına karşın motivasyon ve ilgi puanlarında anlamlı bir artış olurken, kontrol grubu öğrencilerinde motivasyon puanlarında anlamlı bir fark tespit edilmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Dağılmaz (2023); yarı deneysel desen ile 42 altıncı sınıf öğrencisine uyguladığı çalışmada deney grubuna STEM etkinliklerinin yer aldığı ters yüz sınıf yöntemini, kontrol grubuna ise programın öngördüğü geleneksel yöntemi uygulayarak araştırmasını

yapmıştır. Çalışmada altıncı sınıf öğrencilerinin ses ve özellikleri konusunu STEM uygulamalarının entegre edildiği ters yüz edilmiş sınıf modelinin öğrencilerin öğrenme becerilerine etkisinin ne derecede olduğunu ölçmeyi amaçlamıştır. Öz düzenlemeli öğrenme envanteri, yansıtıcı günlük, hazır bulunuşluk testleri ve görüşme formu ile toplanan veriler uygun yöntemlerle analiz edilerek bulguları yorumlanmıştır. Sonuç olarak STEM aktiviteleri temelli ters yüz edilmiş sınıf yönteminin 6. sınıf öğrencilerinin öz düzenlemeli düşünme beceri puanlarını istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık görülmesi de nitel verilerde düşünme becerilerine olumlu katkı sağladığı sonucu elde edilmiştir.

Uzun (2022), araştırmasında fen bilimleri dersinin STEM uygulamalarının entegre edilerek işlenmesiyle 4. Sınıf öğrencilerin ses ve teknoloji konusundaki öğrenmelerinin derecelerini ölçmeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda nicel araştırma yöntemlerinden eşleştirilmiş seçkisiz deneysel desen 10 hafta boyunca 50 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin birbirlerine denkliğini öğrenmek için ünite testi uygulanarak grupların uygulama öğrencilerinin denk olduğu sonucuna varmışlardır. Deney grubu (N=25) öğrencilerine STEM eğitimi etkinlikleri ile ders işlenirken kontrol grubu (N=25) öğrencilerine ise mevcut öğretim programının ön gördüğü şekilde dersler işlenmiştir. Başarı Testi ve görüşme formları il çalışmanın verileri toplanarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda deney grubunun başarı testinden aldıkları puanın kontrol grubunun aldığı puandan fazla olduğu görülmüş ve deney grubu lehine puan ortalamalarının anlamlı düzeyde fark olduğu sonucuna varılmıştır. Alınan öğrenci görüşleri ile STEM eğitimi etkinliklerinin eğlenceli olduğu, mühendisliğe karşı olumlu tutum sergiledikleri, günlük yaşamla ilişkili olduğu bilgilerini vermişlerdir.

Zeybek (2022) STEM uygulamalarının akademik başarıya etkisini incelemek için aydınlatma ve ses teknolojileri ünitesinde dördüncü sınıfa giden 48 öğrenciye ön-son test kontrol gruplu araştırma modelini kullanarak bir çalışma yapmıştır. Deney grubundaki öğrencilere STEM etkinliklerinden oluşmuş uygulamalar ile ders işlenirken kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri ile ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda veriler her iki gruba da uygulanan 35 sorudan oluşmuş başarı testi ile elde edilmiştir. Deney grubu ve kontrol grubu verileri incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin son test akademik başarı düzeylerinde anlamlı gelişme meydana geldiği tespit edilmiştir.

Küçük (2022); nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma desenini kullanarak ses ve özellikleri ünitesine yönelik geliştirdiği animasyonların öğrencilerin başarı düzeylerine etkisine bakmıştır. Öğretmenlerle görüşmeler yapılarak ihtiyaç görülen kısımlar belirlenmiş olup önce senaryolar ve uygun karakterlere ait görsel tasarımı yapılmıştır. Geliştirilen animasyonlar deney grubunda ders işlenirken kullanılırken, kontrol grubunda ise mevcut öngörülen öğretim programı ile ders işlenmiştir. Veriler ise araştırmacının geliştirdiği “Ses ve Özellikleri Başarı Testi” ile ölçülüp analiz edilmiştir. Analiz sonucunda geliştirilen animasyonlarla ders işlenen deney grubunda öğrencilerinin aldığı başarı puanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

Yağır (2021) yaptığı çalışmada ses ve özellikleri ünitesinde argümantasyon destekli etkinliklerin tasarlanmasını amaçlamıştır. Tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılarak öğrencilerin iş birliği içerisinde etkili öğrenmeleri sağlanmıştır. Etkinlikler tasarlanırken öğretim elemanlarından görüşler alınarak düzenlenmiştir. Son olarak öğrencilerin görüşleri alınarak değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre ses ve özellikleri ünitesinde uygulanan etkinlikler öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağladığından soyut kavramları somutlaştırarak istedik davranışları kazandırabileceği öngörülmüştür.

Dedetürk ve diğ. (2019), ses konusunu ile ilgili yaptığı çalışmada STEM yaklaşımı etkinliklerinin 6. Sınıf öğrencilerinin başarı düzeylerine etkini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak iki farklı ortaokulda 158 öğrenciye uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerine STEM etkinliklerin olduğu konular işlenirken kontrol grubu öğrencilerine ise mevcut öğrenim programının ön gördüğü şekilde konular işlenmiştir. Veriler ise çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan başarı testi ile elde edilerek t-testi ile analizleri yapılmıştır. bulgular incelendiğinde STEM etkinlikleri ile konuların işlendiği öğrencilerinin son testlerden aldıkları puan ortalamalarının daha yüksek olması deney grubu lehine anlamlı birer farklılık olduğu sonucuna varmışlardır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, araştırma süreci, evren ve örneklem, değişkenler, veri toplama araçları, geçerlik-güvenirlik, uygulama süreci ve veri analizi ele alınmıştır. Aynı zamanda bu başlık altında araştırmanın varsayımları ve sınırlılıkları verilmiştir.

3.1. Araştırma Yöntemi

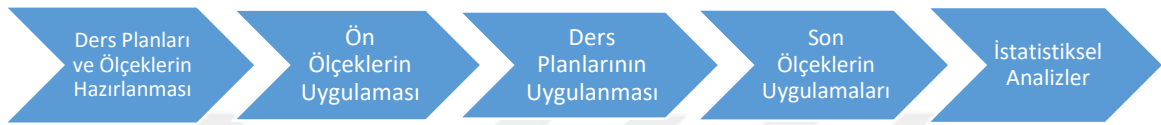
Araştırmada kullanılan yöntem nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Yarı deneysel desen, deney ve kontrol gruplarına öğrenci dağılımlarının rastgele yapılamadığı, ancak deney ve kontrol grubu olarak sınıfların rastgele atandığı yöntemdir (McMillan & Schumacher, 2001). Bu araştırmada altıncı sınıf ses ve özellikleri ünitesinde hazırlanan biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları deney grubuna uygulanıp, kontrol grubuna ise mevcut öğretim programında yer alan etkinlikler uygulanarak öğrencilerin ses ve özellikleri ünitesine yönelik günlük yaşamla ilişkilendirme, biyomimikri tutum ve STEM'e yönelik tutum ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca uygulama öncesi grupları oluşturacak şubelerin denkliğinin araştırılması için biyomimikri farkındalık anketi (BFA) uygulanarak öğrencilerin biyomimikri hakkındaki farkındalıkları ölçülüp sınıfların deney ve kontrol gruplarına rastgele ataması yapılmıştır. Tablo 3.1 araştırmadaki yarı deneysel desene ait uygulama adımlarını özetlemektedir.

Tablo 3.1. Yarı Deneysel Desenin Simgesel Gösterimi

Grup	Eşleme	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney	Biyomimikri farkındalık anketi (BFA)	- Günlük yaşamla ilişkilendirme testi (ÖN-GYİT) - STEM tutum ölçeği (ÖN-STÖ) - Biyomimikri tutum ölçeği (ÖN-BTÖ)	Biyomimikri yaklaşımıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları	- Günlük yaşamla ilişkilendirme testi (SON-GYİT) - STEM tutum ölçeği (SON-STÖ) - Biyomimikri tutum ölçeği (SON-BTÖ)
Kontrol	Biyomimikri farkındalık anketi (BFA)	- Günlük yaşamla ilişkilendirme testi (ÖN-GYİT) - STEM tutum ölçeği (ÖN-STÖ) - Biyomimikri tutum ölçeği (ÖN-BTÖ)	Mevcut programın öngördüğü ders planları	- Günlük yaşamla ilişkilendirme testi (SON-GYİT) - STEM tutum ölçeği (SON-STÖ) - Biyomimikri tutum ölçeği (SON-BTÖ)

3.2. Araştırma Süreci

Araştırma biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planlarının ve araştırmada kullanılacak anket ve ölçeklerin hazırlanması, ön ölçek/anket uygulamalarının yapılması, hazırlanan ders planlarının deney ve kontrol gruplarında uygulanması, son ölçek uygulamalarının yapılması ve uygulama sonrası değişimin istatistiksel analizlerle incelenmesi şeklinde beş kısımdan oluşmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırmanın Aşamaları

Öncelikle alan yazı taraması yapılarak biyomimikri temel alınarak yapılmış olan çalışmalar incelenmiş, fen eğitiminde bu kapsamda yapılan çalışmaların kısıtlı olduğu görülmüştür. Doğadan esinlenilerek geliştirilen teknolojilerin özünde fen konularının olduğu ve konular aktarılırken doğadan öğrenme olan biyomimikri ile ilgili örnekler üzerinden öğretimin planlandığı taktirde fen derslerinin daha etkin olacağı hipotezinden yola çıkılarak kontrol grubunda uygulanacak ders planları hazırlanmıştır.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan kazanımlar incelenilerek doğadan ilham alınan teknoloji konusuna uyumlu olabilecek kazanımlar araştırmacı tarafından belirlenmiş, bu doğrultuda “ses ve özellikleri” ünitesi kazanımları doğrultusunda ders süresi, dersin hedefleri, materyaller, konu içeriği, ders uygulama adımları göz önüne alınarak mühendislik tasarım süreci adımlarını içeren ders planları hazırlanmıştır. Biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş ders planlarında yer alan etkinliklerde öğretim programının amacına uygun problem durumu belirleme, çözüm hayal etme, planlama, çözümü uygulayarak model oluşturmayı içeren basamaklar yer almaktadır.

Ders planları hazırlanırken öğrencilerin biyomimikri farkındalıklarını geliştirecek, biyomimikriye karşı tutumlarına katkı sağlayacak ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirmelerini geliştirecek şekilde etkinlikler olmasına dikkat edilmiştir. Aynı

zamanda ders planlarında biyomimikrinin tanımı, ne işe yaradığı, hangi ihtiyaçlarımızı karşıladığı gibi kısımlara da yer verilerek biyomimikriyle ilgili fikirler barındırması dikkate alınmıştır. Ders planlarının hazırlanması sırasında uzman görüşleri alınarak öğretim programındaki kazanımlara uygunluğu, bilimsel ve şekilsel olarak hatadan arınıklığı, dil ve anlatım özellikleri bakımından incelenmiştir. Ders planlarının uygulanması için gerekli yasal ve etik izinler (EK-A) alınarak ders planlarıyla ilgili hazırlıklar tamamlanmıştır (EK-B, EK-C).

Araştırmada kullanılan BFA, GYİT, BTÖ test ve ölçekleri (EK-D, EK-E, EK-F) alan yazın taraması yapıldıktan sonra ilgili alanlarda ölçüm yapılabilmesi için araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Araştırmada kullanılan STÖ (EK-G) ise Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından uyarlanarak geliştirilmiş olup ölçeğin kullanım izni araştırmacıdan alınarak uygulanmıştır (EK-H).

Araştırma 2022-2023 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde altıncı sınıfta öğrenim gören öğrencilerin katılımı ile gerçekleşmiştir. Araştırmanın başlangıcında deney ve kontrol gruplarını eşleme yapmak için geliştirilen biyomimikri farkındalık anketi (BFA) altıncı sınıf öğrencilerine ön test olarak uygulanmıştır. Farkındalık anketi sonuçlarına göre deney ve kontrol grupları rastgele belirlenmiştir. Altıncı sınıf ‘Ses ve özellikleri’ ünitesine yönelik biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli hazırlanan ders planları ile öğrenim gören deney grubu ile mevcut öğretim programının öngördüğü ders kitaplarındaki etkinlikleri içeren ders planları ile öğrenim gören kontrol grubunun ses ve özellikleri ünitesine yönelik kazanımları günlük yaşamla ilişkilendirmesi, biyomimikri tutumu ve STEM’e yönelik tutumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir.

Bu bağlamda ilk olarak öğrencilere biyomimikri uygulamalarına yönelik hazırlanmış olan biyomimikri tutum ölçeği (BTÖ), STEM tutum ölçeği (STÖ) ve bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme testi (GYİT) ön test olarak uygulanmıştır. Deney grubu ve kontrol grubu şeklinde belirlenen sınıflarda ortaya çıkan veriler yorumlanmıştır. Daha sonra deney grubunda bulunan öğrencilere biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarımları temel alınarak geliştirilen 22 ders saatlik ders planları uygulanmıştır. Araştırmadaki kontrol grubunda bulunan öğrencilere ise mevcut ortaokul

fen bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü kazanımlara uygun ders kitaplarında bulunan etkinlikler kullanılarak ders işlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu için hazırlanmış olan ders planları biri araştırmacı ile aynı okulda görev yapan fen bilimleri öğretmeni olmak üzere iki farklı öğretmen tarafından uygulanarak derslerin işlenmesi gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sonucunda BTÖ, STÖ, GYİT son test olarak tekrar uygulanmıştır. Elde edilen veriler IBM SPSS'e girilerek istatistiksel analizler yapılarak yorumlanmıştır.

3.3. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini Ankara ilinde 2022-2023 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören 79.441 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın ulaşılabilir evreni ise Ankara ili Mamak ilçesindeki tüm altıncı sınıf öğrencileridir. İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre Ankara ili Mamak ilçesinde altıncı sınıflarda toplam 8.778 öğrenci öğrenim görmektedir. Araştırmada örneklem araştırmacıya ulaşılabilirliği açısından kolaylık sağladığı için Ankara ili Mamak ilçesinde 2022-2023 eğitim öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)'na bağlı bir devlet ortaokulunda altıncı sınıfta öğrenim gören 109 öğrenciden oluşturulmuştur.

Örnekleme oluşturan öğrencilerin 59'u (%54,13) kız, 50'si (%45,87) erkektir. Örnekleimde bulunan şubelerin deney ve kontrol gruplarına atanması rastgele belirlenmiş olup iki deney (6D ve 6G şubeleri) ve iki kontrol grubu (6E ve 6F şubeleri) bulunmaktadır. Sürecin başında tüm şubelere uygulanan biyomimikri farkındalık anketi (BFA) sonuçlarına bakılarak dört şube arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmediğinden grupların deney ve kontrol grubuna atamaları rastgele yapılmıştır. Deney grubunda toplam 57 (%52,3), kontrol grubunda ise toplam 52 (%47,7) öğrenci yer almaktadır. Araştırmada yer alan dört şubeden ikisi araştırmacının öğretmeni olduğu sınıflar (6D ve 6E şubeleri) olmak üzere iki farklı öğretmenin sınıflarından seçilmiştir. Bu rastgele seçilen sınıflardan bir deney ve bir kontrol grubu araştırmacıya, bir deney ve bir kontrol grubu ise aynı okulda görev yapan bir diğer fen bilimleri öğretmene uygulamayı yapmak üzere atanmıştır. Örnekleme oluşturan ve her bir öğretmenin uygulama yaptığı deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin sayı ve yüzdelik dağılımları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Örneklemdaki Altıncı Sınıf Öğrencilerin Dağılımı

Grup	Öğretmen	Kız		Erkek		Toplam	
		N	(%)	N	(%)	N	(%)
Deney 1	Öğretmen 1	17	15,6	13	11,9	30	27,5
Kontrol 1		12	11	14	12,8	26	23,8
Deney 2	Öğretmen 2	16	14,7	11	10,2	27	24,9
Kontrol 2		14	12,8	12	11	26	23,8
Toplam		59	54,13	50	45,87	109	100

Bu çalışmada bulunan öğrencilerden biyomimikri uygulamaları ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli hazırlanan ders planları ile işlenen deney gruplarında ön test, son test uygulamasıyla veri elde edilen toplam 57 (% 52,3) öğrenci, MEB fen bilimleri öğretim programı temel alınarak hazırlanmış ders planlarıyla işlenen kontrol gruplarında ön test, son test uygulamasıyla veri elde edilen ise 52 (%47,7) öğrenci bulunmaktadır. Bu doğrultuda çalışma sürecinde bir veri kaybı yaşanmamış olup Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilere Ait Veriler

Grup	Öğrenci Sayısı		Grup	Öğrenci Sayısı	
	Ön Test	Son Test		Ön Test	Son Test
Deney 1	30	30	Kontrol 2	26	26
	Ön Test	Son Test		Ön Test	Son Test
Deney 2	27	27	Kontrol 2	26	26

3.4. Değişkenler

Bu çalışmada kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerden bu bölümde bahsedilecektir.

3.4.1. Bağımlı Değişken

Bu araştırmanın bağımlı değişkenleri deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerden ilgili öğretim yöntemleriyle hazırlanan ders planlarının uygulanmasından sonra elde edilen BTÖ, STÖ ve GYİT son test puanlarıdır. SON-BTÖ, SON-STÖ ve SON-GYİT puanları olarak adlandırılmıştır.

3.4.2. Bağımsız Değişken

Bu araştırmanın bağımsız değişkeni deney ve kontrol gruplarına uygulanan öğretim yöntemleridir. İstatistik analizlerinde “grup” olarak adlandırılmıştır. Deney grubuna altıncı sınıf ses ve özellikleri ünitesinde hazırlanan biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları uygulanıp, kontrol grubuna ise mevcut öğretim programında yer alan etkinlikler ile hazırlanılmış ders planları uygulanmıştır.

3.4.3. Kovaryans

Bu çalışmada kovaryans olarak deney ve kontrol grubu öğrencilerinden uygulamalar öncesi elde edilen BTÖ, STÖ ve GYİT ön test puanları olan ÖN-BTÖ, ÖN-STÖ ve ÖN-GYİT puanları kullanılmaktadır. Ön test puanlarının etkisi kontrol edildiğinde, bağımsız değişken olan öğretim yöntemlerinin bağımlı değişkenler üzerinde anlamlı bir farkı olup olmadığı araştırılmıştır.

3.5. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada nicel veri toplama araçları olarak, biyomimikri farkındalık anketi (BFA), günlük yaşamla ilişkilendirme ölçeği (GYİT), biyomimikri tutum ölçeği (BTÖ) ve STEM tutum ölçeği (STÖ) kullanılmıştır. Bu bölümde veri toplama araçlarının hazırlanması, geliştirilmesi, geçerlik ve güvenirlik analizleri ele alınmıştır.

3.5.1. Biyomimikri Farkındalık Anketi (BFA)

Bu çalışmada öğrencilerin biyomimikri hakkında daha önce oluşmuş farkındalık düzeylerinin ne derecede olduğunu ölçmek için “biyomimikri farkındalık anketi (BFA)” araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. BFA hazırlanmadan önce ilk olarak araştırma problemine uygun amaç belirlenmiştir. BFA hazırlanırken ortaokul öğretim programı dikkate alınarak ders kitapları, EBA bilişim ağı, bilimsel dergiler gibi güvenilir kaynaklar ile alan yazın taranarak öğrencilerin karşılaşabilecekleri biyomimikri örnekleri toplanmıştır. Araştırmacı gerekli alan yazın taramasını yaptıktan sonra ortaokul öğretim programına uygun olabilecek 50 biyomimikri örneğinin içerisinde bulunduğu bir havuz oluşturarak bu havuzdan araştırma problemine uygun olarak 24 sorudan oluşan anket

tasarlanmıştır. Hazırlanmış olan anketin kapsam geçerliliğini sağlamak için alanında uzman bir öğretim üyesi ile bir fen bilimleri öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Bu geri dönüşlerden yola çıkarak öğrenci seviyesi ve kazanımlar dikkate alınarak gerekli düzenlemeler ile 4 soru çıkarılarak 20 sorudan oluşan anket geliştirilmiştir (EK-D). Oluşturulan anket Ankara ilinde Mamak ilçesinde bir ortaokulda öğrenim gören 6. sınıf düzeyindeki 109 öğrenciye ön test olarak uygulanmıştır. Yirmi sorudan oluşan ankette öğrencilerin her doğru cevabında 1, her yanlış cevabında 0 olacak şekilde kodlanarak IBM SPSS 23 programına veriler girilmiştir. Cronbach alpha güvenirlik katsayısı hesaplanarak güvenirlik analizleri yapılarak elde edilen değerler Geçerlik ve Güvenirlik başlığında verilmiştir.

Bu araştırmada ön test olarak uygulanan BFA altıncı sınıfta örnekleme oluşturan dört şubede öğrenim gören öğrencilerin biyomimikri hakkındaki farkındalıkları arasında uygulama öncesi anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Elde ettiğimiz BFA ön test verileri IBM SPSS 23 programında Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilerek şubeler arasında anlamlı fark olup olmadığına bakılarak gruplar arasında fark olmadığı tespit edildiğinden rastgele deney ve kontrol gruplarının ataması yapılmıştır. Elde edilen detaylı analizler Bulgular bölümünde verilmiştir.

3.5.2. Günlük Yaşamla İlişkilendirme Testi (GYİT)

Araştırmada öğrencilerin ses ve özellikleri ünitesi ile ilgili günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerini tespit etmek için araştırmacı tarafından 25 sorudan oluşan “günlük yaşamla ilişkilendirme testi (GYİT)” geliştirilmiştir. GYİT geliştirilirken aşağıdaki aşamalar izlenmiştir:

1. İlgili alan yazın taraması yapılmıştır. Günlük yaşamla ilişkilendirmeye yönelik çalışmalar incelenmiştir.
2. GYİT maddeleri altıncı sınıf fen bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlara uygun olarak geliştirilmiştir.
3. Her kazanıma ilişkin en az iki tane günlük yaşamla ilişkilendirme ifadesi yazılmıştır.
4. Altıncı sınıf “ses ve özellikleri” ünitesindeki 9 kazanım için toplam 25 soru hazırlanmıştır.

5. Hazırlanan maddeler hakkında uzman görüşleri alınmıştır. Hazırlanan testin içerik geçerliliği, kapsam geçerliliği ve bilimsel doğruluğu konusunda, bir öğretim üyesi ve bir fen bilimleri öğretmeninin görüşüne başvurulmuştur.
6. Uzman görüşleri ile GYİT'teki maddeler yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiştir.
7. Pilot uygulama yapılamadığı için ön-test uygulamaları sonucunda elde edilen verilerle GYİT'nin geçerlik ve güvenirlik hesaplamaları yapılmıştır.

GYİT hazırlamadan önce gerekli alan yazın taraması yapılmıştır. Farklı konularda hazırlanmış olan günlük yaşamla ilişkilendirme testleri (Şahin & Bodur, 2016; Yolagiden, 2021) incelendikten sonra ses ve özellikleri ünitesine ait kazanımlara uygun olarak 25 sorudan oluşan taslak GYİT hazırlanmıştır. Testte yer alan sorular altıncı sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı incelenerek ses ve özellikleri ünitesinin her kazanımına uygun olarak hazırlanmış olup Tablo 3.4' te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. GYİT'deki Maddelerin Altıncı Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki 'Ses ve Özellikleri' Ünitesine Ait Konu, Kazanımlara göre Dağılımı

Konu	Kazanım	GYİT Madde No
Sesin Yayılması	F.6.5.1.1. Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder.	1, 2, 6,7
Sesin Farklı Ortamlarda Farklı Duyulması	F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.	3, 4, 25
	F.6.5.2.2. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.	5, 18, 20
Sesin Sürati	F.6.5.3.1. Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır.	8, 12, 21, 24
Sesin Maddeyle Etkileşmesi	F.6.5.4.1. Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir.	10, 22
	F.6.5.4.2. Sesin yayılmasını önlemeye yönelik tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder.	17, 23
	F.6.5.4.3. Ses yalıtımının önemini açıklar	9, 19
	F.6.5.4.4. Akustik uygulamalarına örnekler verir.	11, 14, 15, 16
	F.6.5.4.5. Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.	13

Hazırlanmış olan testin kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla fen eğitiminde uzman bir öğretim elemanının ve bir fen bilimleri öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Alınan bu görüşmelerin doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak iki soru tekrar yenilenerek araştırmacı tarafından testin son hali oluşturulmuştur (EK-E). GYİT'deki maddeler “doğru”, “yanlış” ve “bilmiyorum” şeklinde tasarlanmıştır. Doğru, yanlış ve bilmiyorum şeklindeki durumlar öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmeye yönelik kullanılan testlerde ve günlük yaşamla ilişkilendirme testlerinde kullanılmaktadır (Bodur ve Şahin, 2016). Doğru cevaplara 1, yanlış cevaplara 0, bilmiyorum yanıtı ise boş bırakılarak kodlanmıştır. Oluşturulan test örneklemini oluşturan 6. sınıf düzeyindeki 109 öğrenciye ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen veriler IBM SPSS 23 programına girilmiştir. Cronbach alpha güvenirlik katsayısı hesaplanarak güvenirlik analizleri yapılarak elde edilen değerler Geçerlik ve Güvenirlik başlığında verilmiştir.

3.5.3. Biyomimikri Tutum Ölçeği (BTÖ)

Araştırmada öğrencilerin biyomimikriye yönelik tutumlarını ölçmek için araştırmacılar tarafından biyomimikri tutum ölçeği (BTÖ) veri toplama aracı olarak geliştirilmiştir. Araştırma problemi belirlendikten sonra ölçmek istediğimiz amaca uygun geçerliği ve güvenirliği sağlanmış biyomimikri tutumlarını ölçen sorulardan oluşan madde havuzu hazırlamak için gerekli alan yazın taraması yapılmıştır. Alan yazın taraması sonucunda ölçeğin 5’li likert tipte olmasına karar verilmiştir. Likert tipi derecelendirme ölçekleri bireyin ölçek maddesine ilişkin cevaplarını, birbirini mantıksal düzende izleyen cevap seçenekleri içinde kendisine en uygun geleni seçerek göstermesini sağlar (Çağan ve Yavaş, 2016). Bu nedenle BTÖ alan yazın taramasında en çok tercih edilen “kesinlikle katılıyorum”, “katılıyorum”, “kararsızım”, “katılmıyorum”, “hiç katılmıyorum” şeklinde tasarlanmıştır. Hazırlanmış soru havuzundan 20 soruluk taslak tutum ölçeği geliştirilmiştir. Alan yazın taramasında eksiklik görülen kısımlar incelenip alanında uzman öğretim elemanlarının görüşleri doğrultusunda dört madde daha eklenerek gerekli düzenlemeler yapılarak araştırmacılar tarafından ölçeğin son hali verilmiştir (EK-F). 24 maddelik oluşturulan ölçek fen eğitiminde uzman bir öğretim üyesi ve bir fen bilimleri öğretmeninin görüşleri alınarak uygun şekilde değiştirilmiş ya da düzenlenmiştir. Oluşturulan ölçek Ankara ilinde Mamak ilçesinde bir ortaokulda öğrenim gören 6. sınıf düzeyindeki 109 öğrenciye ön test olarak uygulanmıştır. Veri girişleri yapılırken

ölçekteki ters kodlu maddeler (13, 15, 19) dikkate alınarak toplanan veriler IBM SPSS 23 programına girilmiştir.

Ölçeğin uygulanması sonucunda elde edilen veriler ‘tamamen katılıyorum’ 5 puan, ‘katılıyorum’ 4 puan, ‘kararsızım’ 3 puan, ‘katılmıyorum’ 2 puan ve ‘hiç katılmıyorum’ 1 puan olacak şekilde derecelendirilerek veri analizleri yapılmak üzere kodlanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen veriler IBM SPSS 23 programına girilmiştir. Cronbach alpha güvenirlik katsayısı hesaplanarak güvenirlik analizleri yapılarak elde edilen değerler Geçerlik ve Güvenirlik başlığında verilmiştir.

3.5.4. STEM Tutum Ölçeği

Bu araştırmada altıncı sınıf ‘ses ve özellikleri’ ünitesine yönelik biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli hazırlanan ders planları ile öğrenim gören deney grubu ile mevcut öğretim programına yönelik ders kitaplarındaki etkinlikler temel alınarak hazırlanmış ders planı ile öğrenim gören öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarını ölçmek için “STEM tutum ölçeği” (STÖ) kullanılmıştır. İlk önce mühendislik tasarım temelli işlenen dersin öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarının ölçülmesine yönelik yapılan çalışmaları incelemek için alan yazın taraması yapılmıştır. Alan yazın taraması sonucunda Faber, Unfried, Wiebe, Corn, Townsend ve Collins (2013) tarafından geliştirilen ve Yıldırım ve Selvi (2015), tarafından Türkçeye çevrilmiş ‘STEM Tutum Ölçeği’ (EK-G) gerekli kullanım izni alınarak (EK-H) verilerin elde edilmesi planlanmıştır. Faber, Unfried, Wiebe, Corn, Townsend ve Collins (2013) tarafından geliştirilen STEM tutum ölçeğinin dört farklı alt boyutu bulunmaktadır. Bunlar: 1) Matematik (1-8. Maddeler), 2) Fen (9-17. Maddeler), 3) Mühendislik ve Teknoloji (18-26. Maddeler) ve 4) 21. Yüzyıl Becerileridir (27-37. Maddeler). STEM Tutum Ölçeğinin maddelerinin 8 tanesi Matematik, 9 tanesi Fen, 9 tanesi Mühendislik ve Teknoloji ve 11 tanesi 21. Yüzyıl Becerileri ile ilgili olup toplam 37 maddeden oluşmaktadır. STEM tutum ölçeği 5’li likert tipinde olup öğrencilerin ölçekte yer alan maddelere verdikleri cevap seçenekleri ise; “5=Kesinlikle Katılıyorum”, “4=Katılıyorum”, “3=Kararsızım”, “2=Katılmıyorum” ve “1=Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde düzenlenmiştir. Ölçekte bulunan ve Faber, Unfried, Wiebe, Corn, Townsend ve Collins (2013) tarafından isimlendirilen her bir boyutun ve ölçeğin tamamının güvenirlik katsayılarını hesaplamak için Cronbach Alpha değerleri hesaplanmıştır.

Bu kapsamda gerekli izinleri alınmış olan ölçek Ankara ilinde Mamak ilçesinde örneklemimizi oluşturan 6. Sınıf düzeyindeki 109 öğrenciye ön test olarak uygulanmıştır. Bu ölçekteki 37 maddenin içindeki olumsuz olan dört tanesi (matematik-1,3,5; fen-8) ters kodlanmak üzere tüm veriler IBM SPSS 23 programına girilmiştir. Cronbach alpha güvenirlik katsayısı hesaplanarak güvenirlik analizleri yapılarak elde edilen değerler Geçerlik ve Güvenirlik başlığında verilmiştir.

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmamızdaki problemimize uygun olarak ölçeklerimizi geliştirmek için gerekli alan yazın taraması yapılmıştır. Geliştirilen BFA, GYİT ve BTÖ'lerinin araştırma amacımıza uygunluğunu anlamak için kapsam geçerliliğine bakılmıştır. Hazırlanan ölçek ve testlerin kazanımlara uygun olarak hazırlanıp hazırlanmadığını anlamak için alan eğitimci bir öğretim üyesi ve Milli Eğitim Bakanlığı'nda görev yapan bir fen bilgisi öğretmeninden uzman görüşü alınarak içerik, kazanımlarla uyum, dil ve anlatım özellikleri bakımından incelemeleri istenerek kapsam geçerliliği sağlanmıştır.

Test ve ölçek puanlarından elde edilen verilerin yapı geçerliğini belirlemek için IBM SPSS 23 programında açımlayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi p tane değişkenin bir araya getirilerek daha az sayıda ilişkisiz yeni değişkenler oluşturmayı amaçlayan çok değişkenli bir istatistiktir (Büyüköztürk, 2018). BTÖ ve STÖ ölçeklerine açımlayıcı faktör analizi yapılarak ölçeklere ait alt boyutlar belirlenmiştir.

BTÖ'de bulunan maddelerin açımlayıcı faktör analizine uygunluğuna bakmak için KMO ve Bartlett testi analizlerine bakılmıştır. IBM SPSS programında yapılan analiz sonuçları incelendiğinde KMO değerinin 0,796, Bartlett testi sonucunun $\chi^2 = 849,053$ df=276, p=0,000 olduğu görülmüştür. KMO değerinin 0,6'dan büyük ve Bartlett testinin anlamlı (p<0,05) çıkması ile verilerin faktör analizine uygun olduğu görülmüştür. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin çok faktörlü olduğu ve ölçek maddelerinin üç faktör altında toplandığı bulunmuştur. BTÖ'de bulunan 24 maddenin açımlayıcı faktör analizinde toplandığı üç faktör ile toplam varyansın % 42,83'ünü açıklamıştır. Açıklanan varyansın %40-%60 arasında çıkması faktör yapısının güçlü olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2002). Bu faktörler: biyomimikriye “kişisel ilgi” (personal interest toward biomimicry), “biyomimikri hakkında öğrenme” (learning about biomimicry) ve

“biyomimikrinin önemi” (importance of biomimicry) şeklinde isimlendirilip Tablo 3.5’te faktör yükleri ve her bir faktöre toplanan maddeler ile beraber verilmiştir.

Tablo 3.5. BTÖ Faktör Analizi Sonucu Elde Edilen Faktörler ve Faktör Yükleri

Madde No	Faktörler		
	Faktör 1 <i>Öğrenme</i>	Faktör 2 <i>Önem</i>	Faktör 3 <i>Kişisel ilgi</i>
T17	0,675		
T10	0,650		
T16	0,624		
T9	0,622		
T24	0,618		
T20	0,493		
T21	0,477		
T1	0,457		
T6	0,449		
T23	0,442		
T14		0,777	
T4		0,766	
T5		0,734	
T8		0,670	
T15		0,523	
T2		0,501	
T7		0,428	
T18		0,414	
T19			0,700
T12			0,607
T22			0,584
T11			0,538
T3			0,285
T13			0,177

STÖ’de bulunan maddelerin açımlayıcı faktör analizine uygunluğuna bakmak için KMO ve Bartlett testi analizlerine bakılmıştır. IBM SPSS programında yapılan analiz sonuçları incelendiğinde KMO değerinin 0.743, Bartlett testi sonucunun $\chi^2 = 2023,022$ df=666, p=0,000 olduğu görülmüştür. KMO değerinin 0,6’dan büyük ve Bartlett testinin anlamlı (p<0,05) çıkması ile verilerin faktör analizine uygun olduğu görülmüştür. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin çok faktörlü olduğu ve ölçek maddelerinin dört faktör altında toplandığı bulunmuştur. STÖ’de bulunan 37 maddenin açımlayıcı faktör analizinde toplandığı dört faktör ile toplam varyansın %48,54’ünü açıklamıştır. Açıklanan varyansın %40-%60 arasında çıkması faktör yapısının güçlü olduğunu gösterir

(Büyüköztürk, 2002). Tablo 3.6’da faktör yükleri ve her bir faktöre toplanan maddeler verilmiştir. Elde edilen faktörler Faber, Unfried, Wiebe, Corn, Townsend ve Collins (2013) tarafından geliştirilen orijinal STÖ faktörleri ile örtüşmektedir.

Tablo 3.6. STÖ Faktör Analizi Sonucu Elde Edilen Faktörler ve Faktör Yükleri

Madde No	Faktörler			
	Faktör 1 <i>21. Yüzyılın Yetenekleri</i>	Faktör 2 <i>Fen</i>	Faktör 3 <i>Matematik</i>	Faktör 4 <i>Mühendislik ve Teknoloji</i>
S35	0,745			
S36	0,735			
S28	0,727			
S30	0,683			
S31	0,664			
S27	0,661			
S34	0,656			
S29	0,653			
S37	0,613			
S33	0,606			
S32	0,504			
S11		0,720		
S14		0,681		
S10		0,643		
S15		0,636		
S17		0,622		
S9		0,616		
S12		0,576		
S13		-0,408		
S16				
S1			0,762	
S3			0,745	
S8			0,713	
S5			0,694	
S7			0,647	
S4			0,638	
S6			0,498	
S2			0,482	
S22				0,748
S21				0,719
S20				0,634
S26				0,617
S19				0,605
S23				0,593
S24				0,583
S25				0,433
S18				0,431

Test ve ölçek puanlarından elde edilen verilerin güvenilirliğini belirlemek için örnekleme uyguladığımız ön test sonuçları kullanılarak Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları IBM SPSS 23 programında analiz edilerek hesaplanmıştır. Tablo 3.7’de araştırmada kullanılan BFA, GYİT, BTÖ ve STÖ ölçme araçlarına ait ön test uygulamalarından elde edilen Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları verilmiştir.

Tablo 3.7. Araştırmada Kullanılan Ölçek, Anket ve Testlere Ait Ön-test Güvenirlik Analizi Sonuçları

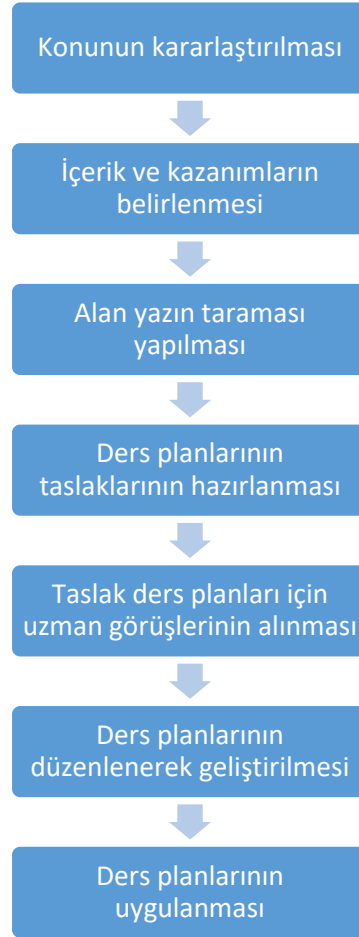
Ölçek/Anket/Test	Madde Sayısı (N)	Alınabilecek Minimum-Maksimum Puan	Cronbachs’ Alpha
BFA	20	0-20	0,610
GYİT	25	0-25	0,776
BTÖ	24	24-120	0,845
STÖ	37	37-185	0,902
• Matematik	8		0,766
• Fen	9		0,703
• Mühendislik ve Teknoloji	9		0,865
• 21. Yüzyıl Becerileri	11		0,899

Tablo 3.7’deki ön test uygulamalarından elde edilen güvenilirlik katsayıları incelendiğinde BFA hariç ölçüm araçlarının hepsinin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısının 0,7’nin üzerinde olduğu görülmüştür. İdeal olan güvenilirlik katsayısının 0,7’nin üzerinde olmasıdır (Pallant, 2023). Ancak 0,6 ve üzeri güvenilirlik katsayısının test verilerinden elde edilen sonuçların güvenilir olarak kabul edildiği çalışmalar da mevcuttur (Can, 2016).

3.7. Ders Planları

Ders planları uygulamaları yapacak öğretmenlere yol göstermesi, onları desteklemesi ve gruplar arasında uygulama bütünlüğü sağlaması açısından önemlidir. Ders planlarının geliştirilmesinde genel olarak Şekil 3.2’de gösterilen süreç takip edilmiştir. Bu araştırmada ders planları hazırlanırken fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan “Ses ve Özellikleri” ünitesine ait kazanımlar göz önüne alınmıştır. Ders planları hazırlanmadan önce araştırma problemleri doğrultusunda biyomimikri yaklaşımı temel alınarak ve mühendislik tasarım temelli daha önce hazırlanmış olan ders planlarının incelenmesi için amacımıza yönelik alan yazın taraması yapılmıştır. Alan yazın taraması

sonucunda biyomimikri yaklaşımını temel alan araştırmaların eksik kaldığı yerler doğrultusunda deney grubunda uyguladığımız biyomimikri yaklaşımı temel alınarak mühendislik tasarım temelli ders planları oluşturulmuştur (EK-B). Alanında uzman öğretim elemanı ile bir fen bilimleri öğretmenin incelemleri ve görüşleri doğrultusunda ders planları düzenlenmiştir.



Şekil 3.2. Ders Planlarının Geliştirilme Süreci

Deney grubuna uygulanmış olan biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları ve kontrol grubundaki uygulanan ders planları hazırlanırken her iki grup için de dersler öğretim programının içerisinde ders kitaplarındaki etkinlikler ve deneylerle harmanlanmıştır. Deney grubu ders planları hazırlanırken öğrencilerin biyomimikri farkındalıklarını geliştirecek, biyomimikriye karşı tutumlarına katkı sağlayacak ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirmelerini geliştirecek şekilde biyomimikri uygulamalarını içeren bağlamlar ve etkinlikler olmasına dikkat edilmiş aynı zamanda mühendislik tasarım temelli tasarım

projeleri de ders planlarına entegre edilmiştir. Biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş ders planlarında yer alan etkinliklerde öğretim programının amacına uygun problem durumu belirleme, çözüm hayal etme, planlama, çözümü uygulayarak model oluşturmayı içeren basamaklar yer almaktadır. Kontrol grubuna ise öğretim programı göz önüne alınarak ders kitabının ön gördüğü şekilde etkinliklerin içerisinde bulunduğu ders planları tasarlanarak uygulanmıştır (EK-C). Araştırmanın konu aldığı “ses ve özellikleri” ünitesinin öğretim programında bulunan kazanımlara uygun olarak deney grubuna biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli dört farklı ders planı uygulanırken, kontrol grubuna mevcut öğretim programının öngördüğü dört farklı ders planı uygulanmıştır. Tablo 3.8’de “Ses ve Özellikleri” ünitesine ait hazırlanan ders planlarına ait kazanımlar ve bunlara ayrılan ders saati süreleri verilmiştir.

Tablo 3.8. Altıncı Sınıf Ses ve Özellikleri Ünitesi Kazanım ve Ders Saatleri ile Deney ve Kontrol Grubu Uygulamaları

Konu	Kazanımlar	Ders Saati	Deney Grubu Uygulamaları	Kontrol Grubu Uygulamaları
Sesin Yayılması	F.6.5.1.1. Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder.	4	Yağ kuşları ve Gürültü Kirliliğinin İletişime Etkisi	Ders kitabı Eba Soru-cevap Sunuş yolu
Sesin Farklı Ortamlarda Farklı Duyulması	F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder F.6.5.2.2. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.	6	Karınca Galleri ve Müzik Aletleri	Soru-cevap Eba Ders Kitabı
Sesin Sürati	F.6.5.3.1. Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır.	4	Baykuşlar ve Hızlı Trenler	Ders kitabı Eba Sunuş yolu
Sesin Maddeyle Etkileşmesi	F.6.5.4.1. Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir. F.6.5.4.2. Sesin yayılmasını önlemeye yönelik tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder. F.6.5.4.3. Ses yalıtımının önemini açıklar. F.6.5.4.4. Akustik uygulamalarına örnekler verir. F.6.5.4.5. Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.	8	Yarasaların Ekolokasyonu ve Görme Engelliler Mimar Sinan ve Eseri Süleymaniye Camisi	Ders kitabı Eba Sunuş yolu

3.8. Uygulama Süreci

Biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli hazırlanan ders planları ile öğretim programının öngördüğü şekilde ders kitapları baz alınarak hazırlanan ders planlarının uygulanması 2022-2023 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde Mart ayında başlayıp 4 hafta boyunca toplam 22 ders saatini kapsayacak şekilde uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubu için hazırlanılmış olan ders planları biri araştırmacı olmak üzere 2 farklı öğretmen tarafından uygulanarak derslerin işlenmesi gerçekleştirilmiştir.

3.8.1. Deney Grubu Uygulamaları

Biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları Ankara ili Mamak ilçesinde bulunan bir devlet okulunda kendisi de bu okulda görevli araştırmacı ve bir fen bilimleri öğretmeni tarafından 57 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulamayı yapacak olan fen bilimleri öğretmenine süreç ile ilgili başlangıçta bilgi ve ders planları verilmiştir. Biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları ile dersler işlendikten sonra öğrenciler rastgele 4-5 kişilik gruplara ayrılmıştır. Ayrılan bu gruplara biyomimikri temel alınarak oluşturulmuş mühendislik tasarım temelli etkinlik kâğıtları dağıtılmış, etkinlikte yer alan problem durumunun tespit edilerek ve doğadan ilham alınarak probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Etkinliklerde kazanımlarla uyumlu olarak problem durumu belirleme, çözümü hayal etme, ilham kaynağı ve özelliklerini belirleme, planlama, çözümü uygulayarak model oluşturma, ilham kaynağı ile tasarım arasındaki benzerlikleri belirleme, test etme ve paylaşma basamaklarını içeren tasarım görevleri verilmiştir. Etkinlik kâğıtlarında bulunan problemler sınıfta okunup grup içi tartışmalarını yapmaları ve çözüm önerileri sunmaları için öğrenciler serbest bırakılmıştır. Bu problem için öğrencilerin çözüm önerilerini sunmaları için ders öğretmeni gruplar arasında aktif rol alıp öğrencilere rehber olarak yol göstermiştir. Dağıtılan etkinliklerdeki soruların çözümü hakkında daha fazla düşünmek, araştırma yapmak, tasarımlarını gözden geçirmek ve malzemelerini temin etmek için öğrencilere bir sonraki derse kadar süre verilmiştir. Bir sonraki ders grup halinde öğrencilerin bulduğu çözüm önerileri dinlenerek çizdikleri tasarımlardan model oluşturmaları için derste süre verilmiştir.

Çalışma sırasında deney grubundaki uygulamalar esnasında çekilmiş fotoğraflar ile öğrencilerin bu süre boyunca dört farklı tasarım etkinliği için geliştirdikleri model veya tasarımlarına ait fotoğraflar EK-I'da verilmiştir. Ayrıca deney grubuna uygulanan ve EK-B'de ders planları sunulan biyomimikriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli etkinliklerde öğrencilerin etkinlik kağıtlarındaki almış oldukları notlardan bazıları örnek olarak EK-J'de yer almaktadır.

3.8.2. Kontrol Grubu Uygulamaları

Kontrol grubundaki öğrencilere mevcut fen bilimleri dersi öğretim programına uygun hazırlanmış ders planı uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından kontrol gruplarında da aynı şekilde derslerin işlenmesi için ortak ders planları hazırlanmış ve bu planlar uygulanmıştır. Ders planları EBA, fen bilimleri ders kitabında var olan etkinlikler ve örnekler kullanılarak hazırlanarak çoğunlukla sunuş yoluyla uygulanmıştır.

3.8.3. Veri Toplama Süreci

Altıncı sınıfta öğrenim gören öğrencilerin biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğrenme ile işlenen dersin biyomimikriye karşı tutumları, STEM'e yönelik tutumları ve günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerini araştırmak için aşağıdaki aşamalar izlenmiştir.

1. Araştırmaya başlamadan önce alan yazı taraması yapılarak biyomimikri uygulamaları ve mühendislik tasarımı hakkında daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir.
2. Alan yazın taraması yapılarak eksik yerler tespit edilip bu çalışmada kullanılan BFA, GYİT, BTÖ geliştirilmiştir.
3. STÖ için ölçek kullanım izni alınmıştır.
4. Deney ve kontrol gruplarına uygulamak için alan yazı taraması yapılmış ve biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli ders planları ile kontrol grubuna uygulanan ders planları hazırlanmıştır.
5. Uygulamanın yapılacağı okul için gerekli yasal izinler alınarak, okulda bulunan fen bilimleri öğretmeni uygulama hakkında bilgilendirilmiştir.
6. Geliştirilen ölçekler örneklemdaki iki deney ve iki kontrol gruplarından oluşan 109 öğrenciye ön test olarak uygulanmıştır.

7. Uygulanan BFA'dan elde edilen ön test sonuçlarının veri analizleri yapılarak incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir farklılık olmadığı görüldüğünden deney ve kontrol grupları rastgele atanmıştır.
8. Araştırma uygulaması 2022-2023 eğitim öğretim yılının ikinci döneminin Mart ayı içerisinde 22 ders saati süresince yapılmıştır. Uygulamanın sonunda BTÖ, STÖ ve GYİT deney ve kontrol gruplarına son test olarak uygulanmıştır.
9. Ön ve son testlerden elde edilen veriler istatistik programında analiz edilerek yorumlanmıştır.

3.9. Veri Analizleri

Bu araştırmada BFA, GYİT, BTÖ, STÖ veri toplama araçlarıyla uygulamadan önce ön test ve uygulama sonrasında son testlerden elde edilen veriler MS-EXCEL programına aktarılmıştır. Uygulama sürecine geçmeden önce BFA dört şubeye de uygulanarak öğrencilerin biyomimikri konuları hakkındaki farkındalıkları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı IBM SPSS 23 programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılarak araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda dört şube arasında biyomimikri farkındalıkları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sebeple şubelerin her öğretmeninden bir deney ve bir kontrol grubu seçilmesi kaydıyla rastgele olarak deney ve kontrol grubuna ataması yapılmıştır. Bu atama neticesinde 6D ve 6G şubeleri deney, 6E ve 6F şubeleri ise kontrol grubu olarak atanmıştır. Tek yönlü ANOVA analizi bulguları ayrıntılı olarak Bulgular bölümünde verilmiştir. Uygulamalar öncesi ön test olarak uygulanan GYİT, BTÖ ve STÖ için Cronbach güvenirlik katsayıları IBM SPSS 23 programında güvenirlik analizi yapılarak belirlenmiştir. Üç ölçüm aracı için de Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0,7'nin üzerinde elde edildiği için ölçeklerden elde edilecek sonuçların güvenilir olacağı ve araştırmada kullanılmalarının uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Yapılan uygulama sonrasında deney ve kontrol grubuna son test olarak uygulanan GYİT, BTÖ ve STÖ ölçüm araçlarından elde edilen veriler araştırma sorumuza cevap bulmak için SPSS programı ile analiz edilmiştir. İlk olarak parametrik testlerden Çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA)'nin Pallant (2023)'te sıralanan varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığı test edilmiştir;

- İlk olarak son test olarak uygulanan GYİT, BTÖ ve STÖ'den elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri, merkezi eğilim ölçüleri, çarpıklık ve

basıklık değerlerinin -1 ile +1 arasında olup olmadığı, her puan türü için çizilen histogram grafiklerinin normallik eğrilerinin çan eğrisi şeklinde olup olmadığı, Kolmogorov Simirnov ve Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları, son olarak ise Normal Q-Q Plot olarak isimlendirilen grafiğin makul bir çizgi dağılımına sahip olup olmadığı incelenmiştir.

- Ardından örneklemin büyüklüğü dikkate alınarak her bir hücrede sahip olunan bağımlı değişkenden daha fazla sayıda katılımcıya sahip olunması gerekliliği kontrol edilmiştir.
- Çalışmada çoklu ortak doğrusallık ve tekillik varsayımının karşılanıp karşılanmadığını bağımlı değişkenler arasındaki korelasyon değerlerine bakarak eğer korelasyon değeri 0,8'den küçük ise varsayımın sağlandığı anlamına gelir.
- Varyans-kovaryans matrislerinin homojenliğini değerlendirmek için Box's M Test of Covariance Matrices testi kullanılır. Test sonucundaki sig. değerinin 0,001'den büyük olması durumunda varsayım sağlanır.
- Levene'nin Hata Varyansları Eşitliği Testi sonuçlarına varyansların eşitliğini kontrol etmek için bakılır ve bağımlı değişkenlere ait sig. sütununda yer alan değerlerin anlamlılık değeri 0,05'ten yüksek olması istenir.
- Son olarak Regresyon homojenliği için bağımlı değişkenler ile kovaryanslar arasındaki ilişkinin bağımsız değişkenler üzerinde aynı olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için çok değişkenli regresyon (MRC) yapılarak R^2 değişiminin anlamlılığı test edilmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler MANCOVA testinin varsayımlarını karşıladığı ve veriler normal dağılım gösterdiği için bağımsız değişkenin (öğretim yöntemi) kovaryans değişkenleri (ÖN- GYİT, ÖN-BTÖ, ÖN-STÖ puanları) kontrol edildiğinde birden fazla bağımlı değişkenin (SON-GYİT, SON-BTÖ, SON-STÖ puanları) üzerindeki etkisini inceleyen bir parametrik test olan MANCOVA testi analizi kullanılmıştır.

3.10. Sayıtlar

- Ölçüm araçları standart koşullar altında uygulanmıştır.
- Öğrencilerin ölçeklerdeki maddeleri okuyarak ve gereken özeni göstererek işaretledikleri, birbirleriyle etkileşimde bulunmadığı varsayılmıştır.

- Öğretmenlerin deney ve kontrol grubunda uygulanan yöntemlerin herhangi biri lehine önyargısı yoktur.
- Gözlemlerin bağımsızlığı sağlandı.
- Kontrol edilemeyen değişkenlerin, öğrencilerin ölçekleri işaretlerken olumsuz etkilerinin olmadığı varsayılmıştır.

3.11. Sınırlılıklar

- Bu araştırma Ankara ili Mamak ilçesindeki bir devlet ortaokulu altıncı sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
- Bu çalışma altıncı sınıf “ses ve özellikleri” ünitesi ile sınırlandırılmıştır.
- Araştırma sonuçları öğrencilerin ölçeklere verdikleri cevaplar ile sınırlıdır.
- Uygulamaya ilişkin pilot çalışma, uygulamayı yapacak okul ve öğretmen bulma zorluğu ve yüksek lisans öğrenim süresinin kısa oluşu nedeniyle yapılmamıştır.
- Araştırma süreci 2022-2023 eğitim öğretim yılı ile sınırlıdır.

4. BULGULAR

Bulgular bölümde BFA, GYİT, BTÖ ve STÖ ön test ve son testlerden elde edilen betimsel ve çıkarımsal istatistik analiz sonuçları verilmiştir.

4.1. Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular

Bu çalışmada deney ve kontrol gruplarının araştırmaya başlamadan yapılan ön test ve araştırma sonucu uygulanan son testlerden aldıkları puanların normal dağılım gösterip göstermediğini test etmek için betimsel istatistik analizleri yapılmıştır. Bu doğrultuda Tablo 4.1’de BFA ön test ile BTÖ, STÖ ve GYİT’den elde edilen ön test ve son test puanların ortalama, mod, ortanca, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri verilmiştir.

Tablo 4.1. BFA Ön Test ile GYİT, BTÖ ve STÖ Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Ait Betimsel İstatistik Bulguları

	Grup	Ortalama	Ortanca	Mod	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	
ÖN TEST	BFA	Deney 1	5,97	6	8	1,75	0,756	1,001
		Kontrol 1	5,81	6	8	2,191	-0,179	-0,509
		Kontrol 2	5,65	5	9	1,999	-0,780	1,008
		Deney 2	5,44	6	9	1,739	-0,278	-0,943
		Toplam	5,72	6	10	1,905	0,248	0,148
ÖN TEST	GYİT	Deney	11,79	12	12	3,069	-0,048	-0,476
		Kontrol	11,37	11	8	3,608	0,228	-0,944
		Toplam	11,67	10	12	3,36	0,021	-0,599
	BTÖ	Deney	77,46	77	70	14,68	0,032	-0,077
		Kontrol	80,21	79,5	73	14,335	0,103	-0,674
		Toplam	78,78	78	73	14,5	0,054	-0,365
	STÖ	Deney	120	120	119	22,02	-0,95	-0,24
		Kontrol	124,23	124	112	24,8	-0,334	0,136
		Toplam	122,14	122	112	23,37	-0,192	0,090
SON TEST	GYİT	Deney	18,4	19	22	3,8	-0,514	-0,146
		Kontrol	11,94	12	12	3,9	-0,146	-0,874
		Toplam	15,33	16	20	5,07	-0,166	-0,782
	BTÖ	Deney	85,6	86	86	11,85	0,090	-1,001
		Kontrol	77,98	75,5	68	15,86	-0,053	-0,636
		Toplam	82	80	86	14,37	-0,225	-0,415
	STÖ	Deney	133,98	136	143	20,74	-0,233	-0,383
		Kontrol	121,32	123,5	118	26,3	-0,710	0,867
		Toplam	127,94	130	118	24,29	-0,666	0,924

Tablo 4.1 incelendiğinde biyomimikri farkındalık anketi (BFA) deney ve kontrol gruplarına ait ön test puanları için mod, medyan ve ortalama değerleri birbirine yakın olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan örneklemdaki öğrencilerin ön test puanlarının basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1 ile +1 arasında değiştiği görülmektedir. Bu sebeple çarpıklık ve basıklık değerlerin kritik aralığı aşmadığı ve ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olmasından dolayı BFA ön test sonuçlarının normal dağıldığı kabul edilmiştir (Pallant. 2023). Ayrıca Günlük yaşamla ilişkilendirme testi (GYİT), Biyomimikri tutum ölçeği (BTÖ) ve STEM tutum ölçeği (STÖ) için deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilere bakıldığında tüm ölçekler için ön test ve son test puanlarının mod, medyan ve ortalama değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarının basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1 ile +1 arasında değiştiği görülmektedir. Bu sebeple çarpıklık ve basıklık değerlerin kritik aralığı aşmadığı ve ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olmasından dolayı GYİT, BTÖ ve STÖ ön test ve son test sonuçlarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Pallant. 2023).

Bu betimsel istatistik bulgularına ek olarak Kolmogrov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri kullanılarak BFA ön test ile GYİT, BTÖ ve STÖ ön test ve son test verilerinin normalliği kontrol edilerek değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. BFA Ön Test ile GYİT, BTÖ ve STÖ Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Ait Kolmogrov- Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Test Sonuçları

			Kolmogrov- Smirnov			Shapiro-Wilk		
Grup			Statistic	df	p	Statistic	df	P
ÖN TEST	BFA	Deney 1	0,226	30	0,0	0,931	30	0,051
		Kontrol 1	0,148	27	0,135	0,936	27	0,98
		Kontrol 2	0,141	26	0,194	0,936	26	0,106
		Deney 2	0,2	26	0,009	0,934	26	0,099
		Toplam	0,149	109	0,00	0,969	109	0,013
ÖN TEST	BTÖ	Deney	0,076	57	0,2	0,992	57	0,974
		Kontrol	0,072	52	0,2	0,977	52	0,390
		Toplam	0,053	109	0,2	0,992	109	0,758
ÖN TEST	GYİT	Deney	0,089	57	0,2	0,98	57	0,449
		Kontrol	0,112	52	0,11	0,953	52	0,038
		Toplam	0,086	109	0,047	0,972	109	0,023

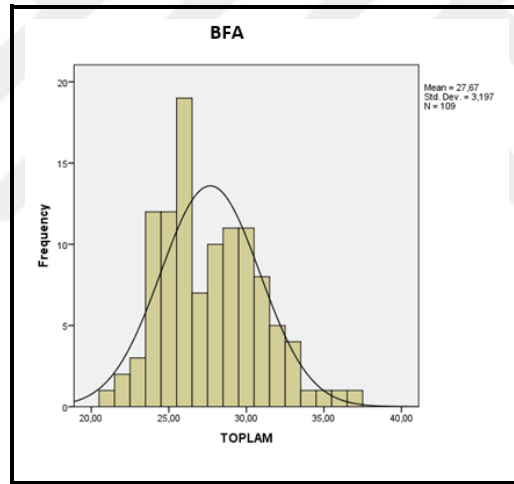
Tablo 4.2. (Devam)BFA Ön Test ile GYİT, BTÖ ve STÖ Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Ait Kolmogrov- Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Test Sonuçları

			Kolmogrov- Smirnov			Shapiro-Wilk		
Grup			Statistic	df	p	Statistic	df	P
ÖN TEST	STÖ	Deney	0,048	57	0,2	0,988	57	0,834
		Kontrol	0,091	52	0,2	0,980	52	0,525
		Toplam	0,058	109	0,2	0,969	109	0,561
SON TEST	BTÖ	Deney	0,122	57	0,34	0,966	57	0,114
		Kontrol	0,062	52	0,2	0,981	52	0,554
		Toplam	0,071	109	0,2	0,982	109	0,163
SON TEST	GYİT	Deney	0,149	57	0,3	0,954	57	0,029
		Kontrol	0,099	52	0,2	0,97	52	0,205
		Toplam	0,078	109	0,097	0,976	109	0,045
SON TEST	STÖ	Deney	0,072	57	0,2	0,987	57	0,789
		Kontrol	0,146	52	0,07	0,958	52	0,061
		Toplam	0,088	109	0,39	0,976	109	0,018

Yapılan çalışmada örneklem 35 ve üzeri kişiden oluşuyorsa normalliği sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için Kolmogrov- Smirnov testi sonuçları ele alınmalıdır (McKillup, 2012). Bu çalışmada deney ve kontrol grubunda toplam 35 kişiden fazla öğrenci olduğundan normallik tablolarında Kolmogrov-Smirnov normallik testi sonuçlarına bakılmıştır. Kolmogrov-Smirnov normallik testi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamayan ($p > 0.05$) değerler normal dağılım gösterdiğini işaret eder (Pallant, 2023). Buna göre GYİT toplam ön test verilerine ait Kolmogrov-Smirnov normallik testi sonuçları incelendiğinde p değeri 0,05 değerine yakın fakat küçük bir değere sahip olduğu ($p=0.047$) görülmüştür. Pallant (2023)'e sıklıkla görülebilen bu durumlarda normalliği anlayabilmek için bu değer yerine histogramların kullanılmasını önermiştir. Bu söyleme göre Şekil 4.2'de verilen GYİT ön test puanlarının dağılımını gösteren histogram grafiği ve daha önce Tablo 3.1'de elde edilen ve tartışılan değerler de dikkate alınarak normalliğin sağlandığı kabul edilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde örneklem sayısı 35 ve üzeri kişiden oluştuğu için BTÖ ön test ve son test ile STÖ ön test ve son test verilerine ait normallik testi sonuçlarının Kolmogrov- Smirnov normallik testi ($p > 0,05$) değerinin istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemesi sebebiyle ölçek sonuçlarının normal dağılım gösterdiğine işaret eder. BFA ön test uygulanan şubelerde katılımcı sayısı 35 kişiden daha az sayıda oluştuğu için normalliği sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için Shapiro-Wilk testi sonuçları ele alınmıştır (McKillup, 2012).

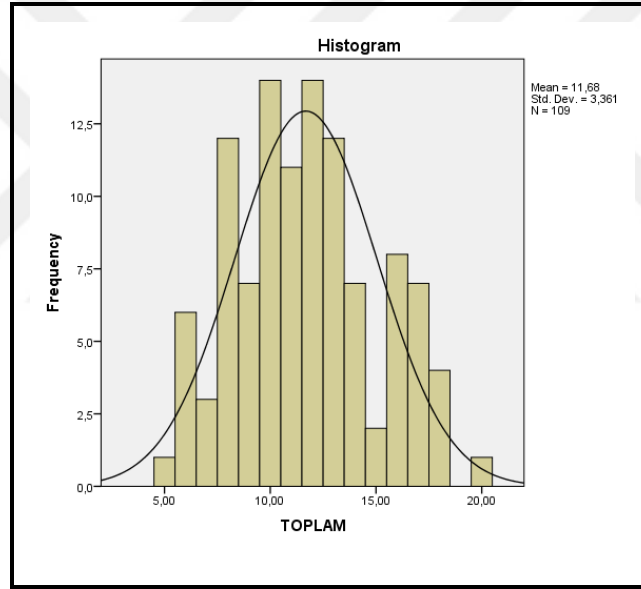
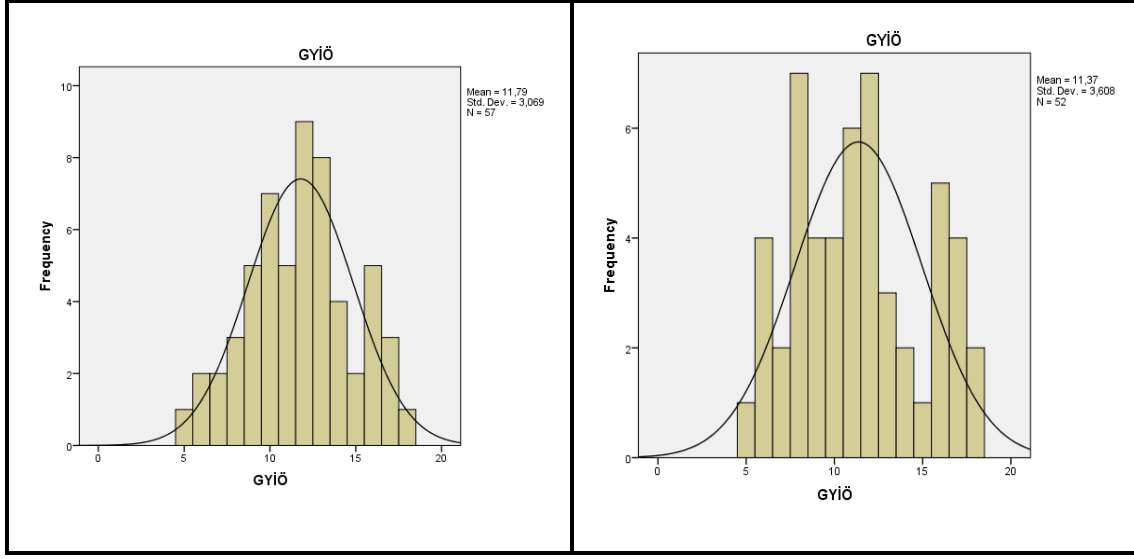
Şubelerden elde edilen BFA ön test verilerine ait normallik testi sonuçlarının yer aldığı Tablo 4.2 incelendiğinde Shapiro-Wilk normallik testi ($p > 0,05$) değerinin istatistik olarak anlamlı bir şekilde normal dağılım gösterdiğini işaret eder. Ancak aynı şekilde uygulanan BFA ön test toplam sonuçları incelendiğinde Kolmogorov- Smirnov normallik testi ($p < 0,05$) normal dağılımı göstermemesi sebebiyle BFA ön test puanlarının dağılımını gösteren histogram grafiği dikkate alınmıştır. Şekil 4.1’de deney ve kontrol gruplarının toplam BFA ön test verilerine göre elde edilen histogram normal dağılım göstermektedir. Tablo 4.1’de elde edilen ve daha önce tartışılan değerler de dikkate alınarak normalliğin sağlandığı kabul edilmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait BFA ön test ile GYİT, BTÖ ve STÖ ön test ve son test verilerinden elde edilen histogram grafikleri incelenerek normallik eğrilerinin düzgün çan görünümünde olup olmadıkları incelenmiştir.



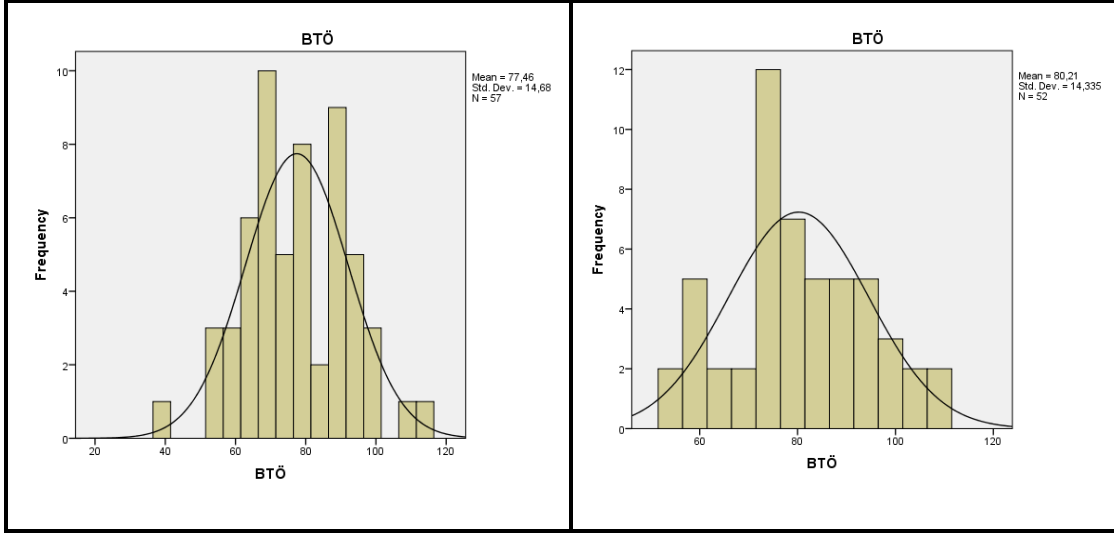
Şekil 4.1. Toplam BFA Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafiği

Deney grubu, kontrol grubu ve araştırmaya katılan tüm öğrencilerin toplam (deney+kontrol grubu) GYİT ön test puanlarına ait verilerinin analizi sonucunda elde edilen histogram grafiği Şekil 4.2’ de verilmiştir. Şekil 4.2’deki grafiklerden yola çıkarak GYİT ön test puanlarının deney grubu, kontrol grubu ve toplam puanlar için normal dağılım gösterdiği söylenebilir.



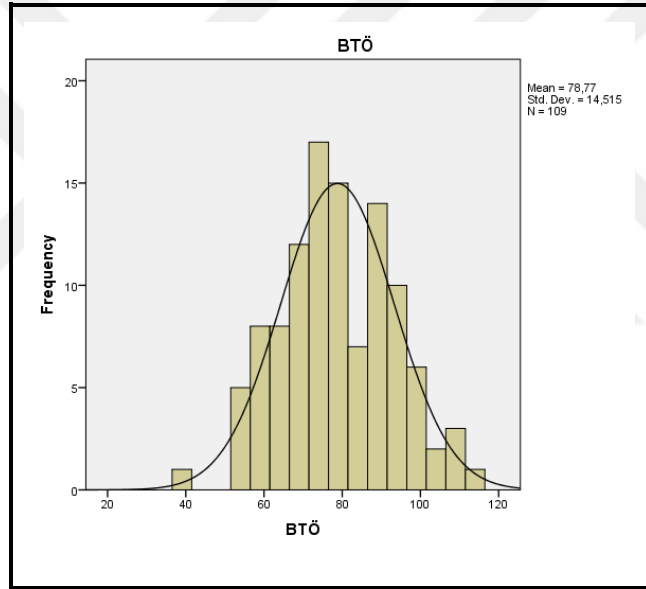
Şekil 4.2. Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) GYİT Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri

Deney grubu, kontrol grubu ve araştırmaya katılan tüm öğrencilerin toplam (deney+kontrol grubu) BTÖ ön test puanlarına ait verilerinin analizi sonucunda elde edilen histogram grafiği Şekil 4.3’ te verilmiştir. Şekil 4.3’teki grafiklerden yola çıkarak BTÖ ön test puanlarının deney grubu, kontrol grubu ve toplam puanlar için normal dağılım gösterdiği söylenebilir.



(a)

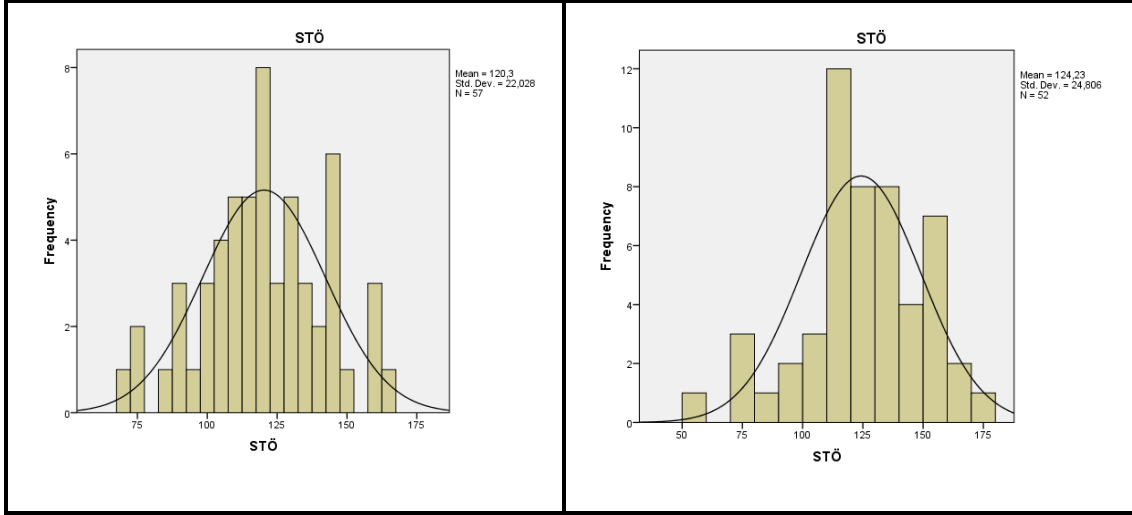
(b)



(c)

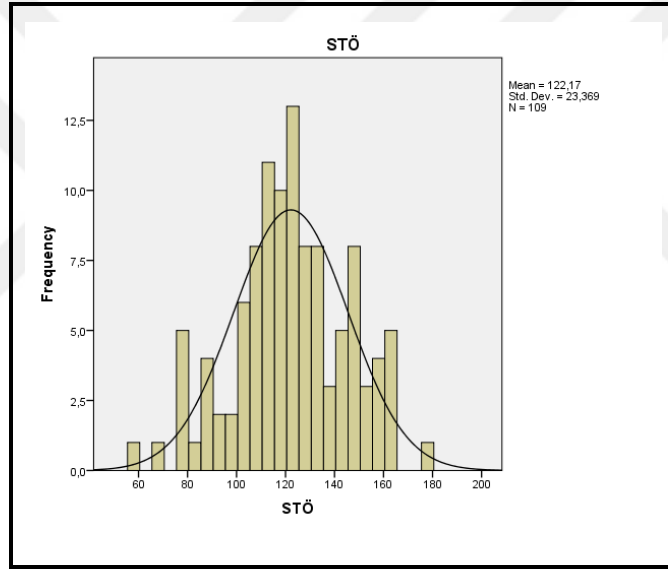
Şekil 4.3. Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) BTÖ Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri

Deney grubu, kontrol grubu ve araştırmaya katılan tüm öğrencilerin toplam (deney+kontrol grubu) STÖ ön test puanlarına ait verilerinin analizi sonucunda elde edilen histogram grafiği Şekil 4.4'te verilmiştir. Şekil 4.4'teki grafiklerden yola çıkarak STÖ ön test puanlarının deney grubu, kontrol grubu ve toplam puanlar için normallik eğrisinin düzgün çan eğrisi görünümünde olması sebebiyle normal dağılım gösterdiği söylenebilir.



(a)

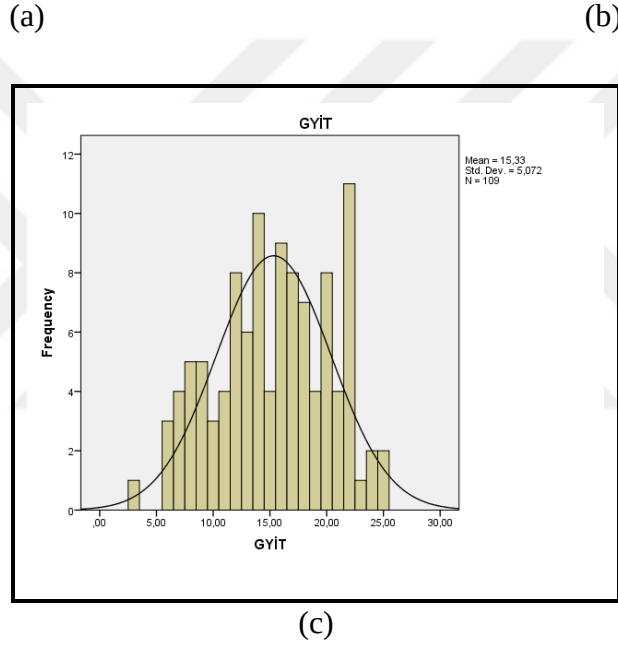
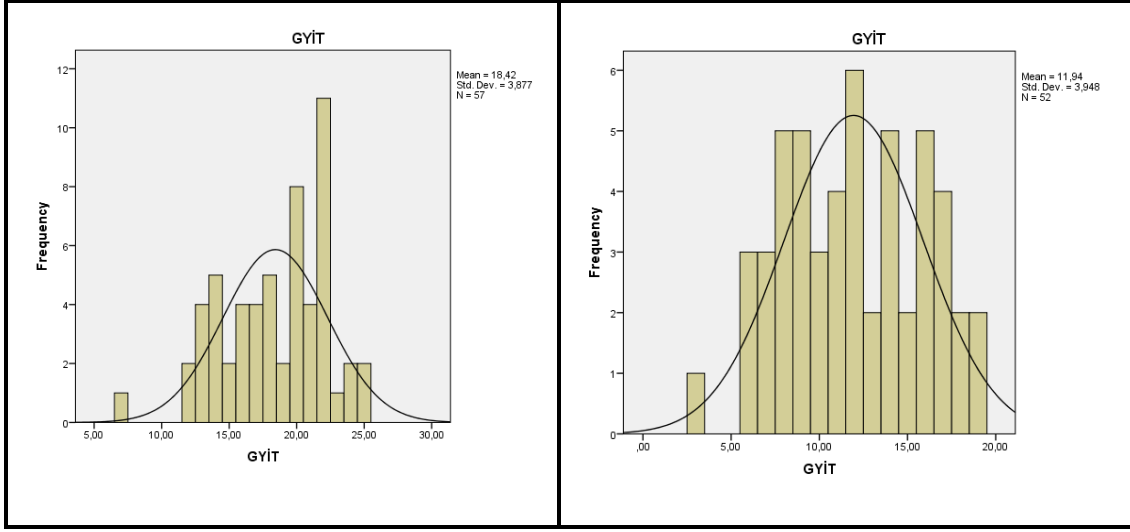
(b)



(c)

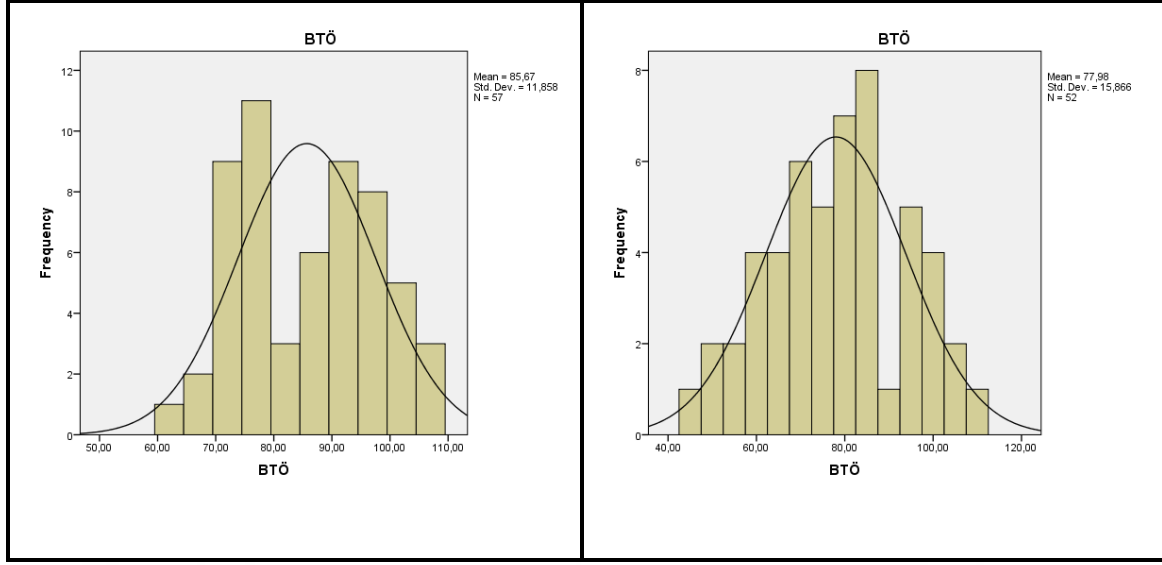
Şekil 4.4. Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) STÖ Ön Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri

Deney grubu, kontrol grubu ve araştırmaya katılan tüm öğrencilerin toplam (deney+kontrol grubu) GYİT son test puanlarına ait verilerinin analizi sonucunda elde edilen histogram grafiği Şekil 4.5'te verilmiştir. Şekil 4.5'teki grafiklerden yola çıkarak GYİT son test puanlarının deney grubu, kontrol grubu ve toplam puanlar için normal dağılım gösterdiği söylenebilir.



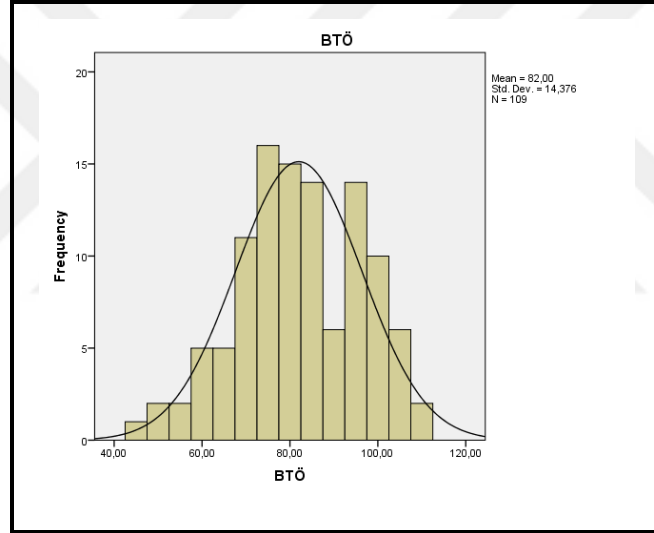
Şekil 4.5. Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) GYİT Son Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri

Deney grubu, kontrol grubu ve araştırmaya katılan tüm öğrencilerin toplam (deney+kontrol grubu) BTÖ son test puanlarına ait verilerinin analizi sonucunda elde edilen histogram grafiği Şekil 4.6’da verilmiştir. Şekil 4.6’daki grafiklerden yola çıkarak BTÖ son test puanlarının deney grubu, kontrol grubu ve toplam puanlar için normal dağılım gösterdiği söylenebilir.



(a)

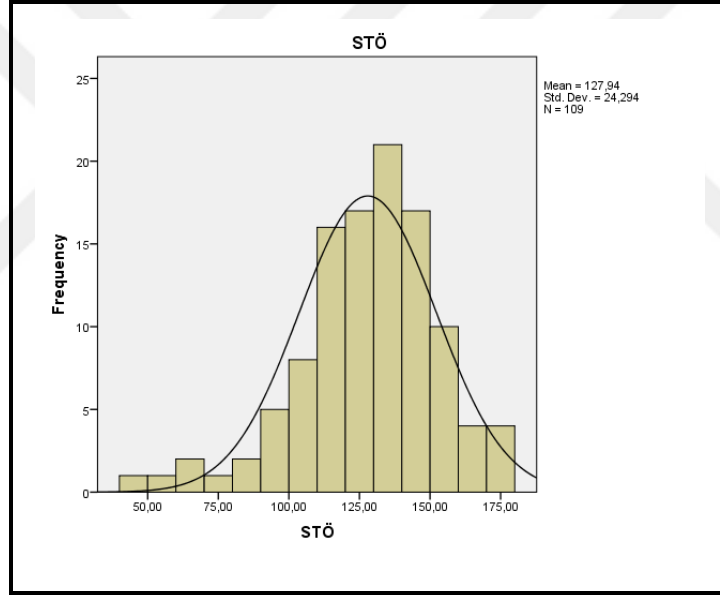
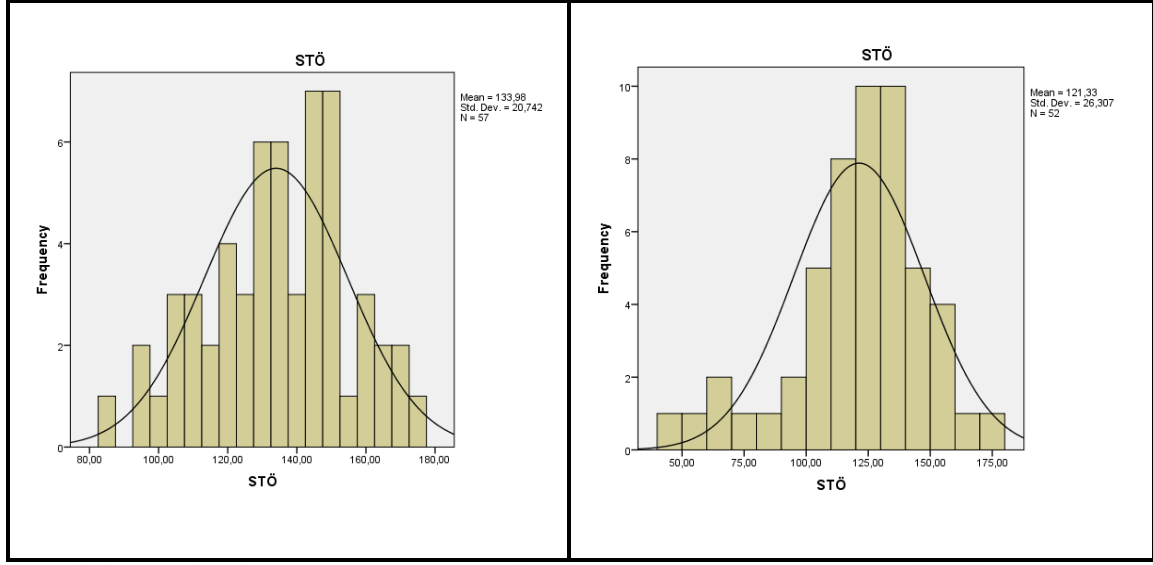
(b)



(c)

Şekil 4.6. Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) BTÖ Son Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri

Deney grubu, kontrol grubu ve araştırmaya katılan tüm öğrencilerin toplam (deney+kontrol grubu) STÖ son test puanlarına ait verilerinin analizi sonucunda elde edilen histogram grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir. Şekil 4.7’deki grafiklerden yola çıkarak STÖ son test puanlarının deney grubu, kontrol grubu ve toplam puanlar için normal dağılım gösterdiği söylenebilir.



Şekil 4.7. Deney Grubu (a), Kontrol Grubu (b) ve Toplam (c) STÖ Son Test Puanlarına Ait Dağılımı Gösteren Histogram Grafikleri

4.2. Çıkarımsal İstatistiğe Bağlı Bulgular

Bu bölümde araştırmanın birinci sorusu için Tek yönlü varyans analizi (One way ANOVA) testi varsayımları ve ANOVA testi sonuçları; araştırmanın ikinci sorusu için ise Çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) varsayımları ve MANCOVA testi sonuçları yer almaktadır.

4.2.1. Birinci Alt Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Bu bölümde öncelikle araştırmanın birinci araştırma sorusu olan “altıncı sınıf öğrencilerinin uygulamalar öncesi biyomimikri farkındalıkları arasında anlamlı fark var mıdır?” sorusuna yanıt aramak ve araştırmanın örnekleminde yer alan altıncı sınıftaki dört şubenin deney ve kontrol gruplarına rastgele atanması öncesi bu şubelerin biyomimikri farkındalıkları açısından uygulama öncesi aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek için BFA ön test sonuçları kullanılarak Tek yönlü varyans analizi (One way ANOVA) testi yapılmıştır. ANOVA testi ikiden fazla grubun ortalama puanlarını karşılaştırmak için kullanılan bir istatistiksel analizdir (Pallant, 2023). Tek yönlü varyans analizi (One way ANOVA) ikiden fazla gruba sahip bir kategorik bağımsız değişkenin (burada dört şubeden oluşan gruplar) sürekli bağımlı değişken (burada BFÖ ön test puanı) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığının test edilmesinde kullanılan bir araçtır.

ANOVA analizini yapabilmek için bazı sayıltıların sağlanması gerekmektedir. Bunlar; normallik, bağımsızlık ve varyansların homojenliğidir. Araştırmada BFÖ ön test için yapılan ANOVA analizi verilerinin normallik sayıltısını sağladığı betimsel istatistiğe ait bulgular bölümünde tartışılmıştır. Bağımsızlık sayıltısı, verilerimizin içerisinde herhangi bir gözlemin bir başka gözlemi etkilememesi anlamına gelir. Yani tüm gözlemlerimizin birbirinden bağımsız olarak elde edilmiş olması gerekiyor. Bu çalışmada elde edilen veriler birbirinden etkilenmeyecek şekilde toplanılmıştır. Homojenlik sayıltısı, gruplar arasındaki sayısal verilerimizin varyanslarının homojen dağılması anlamına gelir. Varyansların eşitliğini test etmek için Levene testi sonuçları yorumlanır. Analiz ile elde edilen analizlere bakıldığında Levene testi sonucuna göre homojenlik sayıltısının sağlanabilmesi için $p > 0,05$ olması gerekir. Elde edilen biyomimikri farkındalık anketi ön testte elde edilen sonuçlarına göre Levene testi $p = 0,353$ elde edilmiş olup sayıltı sağlanmıştır.

Biyomimikri farkındalık anketi uygulandıktan sonra SPSS programı ile elde edilen tek yönlü varyans analizi betimsel sonuçları Tablo 4.3’te verilmiştir. Burada çalışmaya dahil edilen dört farklı altıncı sınıf şubesinin biyomimikri farkındalıklarını ölçen BFA ön test sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.3. BFA Ön Test Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way ANOVA) Betimsel Sonuçları

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Puan	Maksimum Puan
6D	30	30,17	8,659	15	55
6E	26	29,04	10,956	5	45
6F	26	28,27	9,994	10	55
6G	27	27,22	8,697	10	40
Toplam	109	28,72	9,511	5	55

Tablo 4.4'te görülen tek yönlü varyans analizi (One way ANOVA) sonuçlarına göre çalışmaya dahil edilen dört şubenin BFA ön test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($F(3, 105) = 0.477$, $p = 0.699$, $p > 0.05$).

Tablo 4.4. BFA Ön Test Puanlarına Yönelik Tek Yönlü Varyans (One Way ANOVA) Analizi Sonuçları

	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Gruplar arası	3	43,758	0,477	0,699
Grup içi	105	91,799		
Toplam	108			

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre şubelerin (6D, 6E, 6F, 6G) biyomimikri farkındalık ölçeği ön test sonuçları arasında uygulama öncesinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ve bu sonuçlar doğrultusunda şubelerin deney ve kontrol gruplarına rastgele atamalarının yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Buna göre uygulamaları gerçekleştirecek iki öğretmenin ikişer şubesinden biri rastgele deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenerek toplam iki şubede deney (6D, 6G) ve iki şubede kontrol (6E, 6F) grubu uygulamaları yürütülmüştür.

4.2.2. İkinci Alt Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Bu bölümde ikinci araştırma sorusu olan “deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM’e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM’e yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı fark var

mıdır?” sorusuna yanıt aramak için Çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) testi yapılmıştır. Çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) iki ya da daha fazla grubu içeren bir bağımsız değişkenin birden çok bağımlı değişken üzerindeki etkisi incelenirken bağımlı değişkenleri etkileyen bir veya daha fazla ortak değişkenin (covariate-kovaryans) etkisinin kontrol edildiği bir istatistik test yöntemidir.

4.2.2.1. MANCOVA Testi Varsayımlarına Yönelik Bulgular

MANCOVA analizinin yapılabilmesi için bir dizi varsayımların test edilmesi gerekir. Bu bölümde öncelikle kovaryansların belirlenmesi aşaması açıklanmıştır. Daha sonra MANCOVA analizinin yürütülebilmesi için varsayımların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilerek sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- **Örneklemin Büyüklüğü:** Pallant’a (2023) göre her bir hücrede sahip olduğumuz bağımlı değişkenden daha fazla katılımcıya sahip olunması gerekmektedir. Araştırmacının yaptığı bu çalışmada bağımsız değişkenin iki düzeyi (deney ve kontrol grubu) her biri için üç vaka (bağımlı değişken) olduğundan altı hücre bulunmaktadır. Çalışma yaptığımız örnekleimde 109 katılımcı olduğundan hücre başına gerekli olan vaka sayısından çok daha fazlası bulunmaktadır. Dolayısıyla varsayım karşılanmıştır.
- **Normallik:** Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular bölümünde bağımlı değişkenler (SON-BTÖ, SON-GYİT, SON-STÖ) ve kovaryanslar (ÖN-BTÖ, ÖN-GYİT, ÖN-STÖ) puanları için ortalama, mod, medyan, çarpıklık, basıklık değerleri ile histogramlar verilmiş ve tartışılmıştır. Buna göre normallik varsayımının sağlandığı söylenebilir.
- **Kovaryansın (ortak değişken) Belirlenmesi:** Bu çalışmada BTÖ, GYİT ve STÖ ön test puanları hata varyansını azaltmak ve sistematik etkiyi (bias) ortadan kaldırmak için potansiyel kovaryanslar olarak düşünülmüştür. Stevens’a (2009) göre gruplar ön test puanları açısından farklılık göstermese bile yine de ön test puanları hata varyansını azaltmak için kovaryans (ortak değişken) olarak kullanılmalıdır. Bu çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BTÖ ön test puanları ($t(107)= 0,990, p=0,325$), STÖ ön test puanları ($t(107)= 0,877, p=0,383$) ve GYİT ön test puanları ($t(107)= 0,663, p=0,509$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sebeplerle bu üç ön test puanı kovaryans olarak seçilmiştir. Pallant (2023) ve Stevens (2009)’a göre kovaryanslar sürekli değişken olmalı, kovaryanstan elde edilen puanların güvenilirliği yüksek olmalı

($>0,70$) ve kovaryanslar bağımlı değişkenler ile anlamlı bir korelasyona sahipken, kovaryanslar birbiri ile $0,80$ 'den düşük korelasyona sahip olmalıdır. Tablo 4.5 incelendiğinde grupları eşitlemek için kullanılan biyomimikri farkındalık anketi (ÖN-BFA) hem $\alpha=0,610$ olup $0,70$ 'den düşük güvenilirliğe sahip olması (Tablo 3.7) hem de bağımlı değişkenler olan SON-BTÖ, SON-GYİT ve SON-STÖ puanları ile anlamlı korelasyona sahip olmaması sebebiyle kovaryans olarak seçilmemiştir. ÖN-BTÖ, ÖN-GYİT ve ÖN-STÖ ise hem bağımlı değişkenler ile anlamlı korelasyonlara sahip iken, birbirleri ile $0,80$ 'den düşük korelasyona sahip olmaları sebebiyle kovaryans olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Kovaryanslar ve Bağımlı Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar

Değişkenler	ÖN-GYİT	ÖN-STÖ	ÖN-BTÖ	SON-GYİT	SON-STÖ	SON-BTÖ
ÖN-BFA	0,160	0,151	0,017	0,175	0,171	0,056
ÖN-GYİT		0,267**	0,007	0,497**	0,246*	0,039
ÖN-STÖ			0,562**	0,156	0,572**	0,335**
ÖN-BTÖ				0,105	0,518**	0,684**
SON-GYİT					0,475**	0,382**
SON-STÖ						0,685**
SON-BTÖ						1

**Korelasyon 0.01 seviyesinde anlamlıdır. (2-tailed).

* Korelasyon 0.05 seviyesinde anlamlıdır. (2-tailed).

• Levene'nin Hata Varyansları Eşitliği Testi: Bakılması gereken son varsayım MANCOVA sonuçlarında yer alan Levene testi sonuçlarıdır. Levene testi tablosunda yer alan bağımlı değişkenlere ait çıktılarda Sig. sütununda yer alan değerlerin anlamlılık değeri $0,05$ 'ten yüksek olması istenmektedir. Tablo 4.6'da hata varyanslarına ait Levene testi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 4.6. Hata Varyanslarına Ait Levene Testi Sonuçları

	F	df1	df2	sig.
SON-BTÖ	1,574	1	107	0,212
SON-STÖ	0,000	1	107	0,992
SON-GYİT	5,283	1	107	0,023

Tablo 4.6 incelendiğinde sig. değerlerinin 0,05’den yüksek olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak üç bağımlı değişken için varyansın eşitliği önermesi ilkesini ihlal edilmediği söylenebilir.

- Uç Değerler: Pallant’a (2023) göre MANCOVA uç değerlere oldukça duyarlı olduğundan tek ve çok değişkenli uç değerler için kontroller yürütülmelidir. Buna bağlı olarak Mahalanobis uzaklığını kontrol ederek çok değişkenli normalliğine bakılmıştır. Bu analiz sayesinde bağımlı değişkenlere bağlı olarak farklı puanlara sahip katılımcı tespit edilmektedir. Çok değişkenli uç değer kontrolüne ait bulgular Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Çok Değişkenli Uç Değer Kontrol Sonuçları

	Min.	Max.	Ortalama	Std. Sapma	N
Predicted Value	0,85	2,35	1,48	0,325	109
Std, Predicted Value	-1,934	2,683	0,000	0,000	109
Standard Error of Predicted Value	0,039	0,137	0,071	0,022	109
Adjusted Predicted Value	0,84	2,39	1,48	0,325	109
Residual	-1,029	0,740	0,000	0,383	109
Std. Residual	-2,650	1,908	0,000	0,986	109
Stud. Residual	-2,704	1,954	0,001	1,002	109
Deleted Residual	-1,070	0,777	0,001	0,395	109
Stud. Deleted Residual	-2,790	0,981	0,001	1,009	109
Mahal. Distance	0,092	12,379	2,972	2,514	109
Cook's Distance	0,000	0,074	0,008	0,012	109
Centered Leverage Value	0,001	0,115	0,028	0,023	109

Tabloda 4.7’de yer alan analiz değerleri incelendiğinde Mahalanobis uzaklığının maksimum değerinin 12,379 olduğu görülmektedir. Bu uzaklık değeri kritik değer ile karşılaştırılarak çok değişkenli normallik değerlendirilir. Araştırmada biyomimikriye karşı tutum, biyomimikrinin günlük yaşamla ilişkisi ve STEM’e karşı tutum olarak üç tane bağımlı değişken bulunmaktadır. Çalışmalarda bağımlı değişken sayısının üç olduğu durumlarda kritik değer 16,27 olarak kabul edilmiştir (Pallant, 2023). Çıktıları bu değerle kıyasladığımızda çok değişkenli uç değer bulunmaması için Mahalanobis değerinin küçük olması gerekmektedir (Pallant, 2023). Sonuç olarak araştırmada Mahalanobis uzaklığı değeri 12,379 değerine sahip olduğundan kritik değerden küçük olduğu

görülmektedir. Buna bağlı olarak veriler arasında çok değişkenli uç değer olmadığı söylenebilir.

- Çoklu Ortak Doğrusallık ve Tekillik: Çalışmada çoklu ortak doğrusallık varsayımının karşılanıp karşılanmadığını bağımlı değişkenler arasındaki korelasyon değerine bakılarak söylenebilir. Korelasyon değerinin 0,80'den küçük olması varsayımın sağlandığı anlamına gelir. Tablo 4.8' de bağımlı değişkenler arasındaki korelasyon değerlerine ait çıktılar verilmiştir.

Tablo 4.8. Bağımlı Değişkenler Arasındaki Korelasyon Sonuçları

		SON-BTÖ	SON-STÖ	SON-GYİT
SON-BTÖ	Pearson Correlation	1	0,685	0,382
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000
	N	109	109	109
SON-STÖ	Pearson Correlation	0,685	1	0,475
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,000
	N	109	109	109
SON-GYİT	Pearson Correlation	0,382	0,475	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	
	N	109	109	109

Tablo 4.8'de yer alan analiz sonuçlarındaki korelasyonlar incelendiğinde üç bağımlı değişkenler arasında 0,8 değerinden düşük bir korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre çoklu ortak doğrusallık ve teklik varsayımının karşılandığı söylenebilir.

- Varyans-Kovaryans Matrislerin Homojenliği: Varyans-kovaryans matrislerinin homojenliğini değerlendirmek için kullanılan test Box's M Test of Covariance Matrices'dir (Panllant, 2023). Tablo 4.9'de Box kovaryans matrislerinin eşitliği testine ait analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.9. Box's Kovaryans Matrislerinin Eşitliği Test Sonuçları

Box's M	10,955
F	1,770
df1	6
df2	81047,679
Sig.	0,101

Varsayımın sağlanması için Box's testi sonucundaki sig. değerinin 0,001'den büyük olması gerekmektedir (Pallant, 2023). Tablo 4.9'da yer verilen Box's testi sonuçları incelendiğinde Sig değerinin 0,101 olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak çalışmamızda Varyans- kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımını sağladığımızı söyleyebiliriz.

- Regresyon Homojenliği: Bağımlı değişken ile kovaryanslar (Blok A) arasındaki ilişkinin bağımsız değişkenler (Blok B) üzerinde aynı olması anlamına gelir. Regresyon homojenliğini test etmek için çok değişkenli regresyon analizi (MRC) yöntemiyle R^2 değişimi test edilir. Bu analiz için yeni etkileşim değişkenleri (Blok C) kovaryans olan ÖN-BTÖ, ÖN-STÖ ve ÖN-GYİT bağımsız değişken olan grup (deney ve kontrol grubu uygulamaları) ile çarpılarak elde edilmiştir. Tüm bağımlı değişkenler için ayrı ayrı MRC analizi yapılarak R^2 değişiminin anlamlılığı test edilmiş ve Tablo 4.10'da sonuçlar verilmiştir.

Blok A: kovaryanslar (ÖN-BTÖ, ÖN-STÖ, ÖN-GYİT)

Blok B: grup (deney ve kontrol grubu uygulamaları)

Blok C: grup* ÖN-BTÖ, grup*ÖN-STÖ, grup*ÖN-GYİT

Analiz sonuçları tüm bağımlı değişkenler için regresyon homojenliği varsayımının sağlandığını göstermektedir. Çünkü her bağımlı değişkende Blok C için R^2 değişiminde anlamlı bir etkileşim etkisi görülmemiştir. Tablo 4.10'da görüldüğü gibi bağımlı değişken SON-BTÖ puanına göre ($F(3,104)=1,855$, $p=0.142$), SON-STÖ puanına göre ($F(3,101)=0,940$, $p=0.424$) ve SON-GYİT puanına göre ($F(3,101)=2,704$, $p=0.049$) Blok C'nin R^2 değişiminde anlamlı bir etkileşim etkisi görülmeyle regresyon homojenliklerinin sağlandığı varsayılmıştır.

Tablo 4.10. Regresyon Homojenliği Varsayımı İçin MRC Sonuçları

Bağımlı Değişken	Blok	R ² Değişimi	F Değişimi	df1	df2	sig. F Değişimi
SON-BTÖ	Blok A	0,475 ^a	31,676	3	105	0,000
	Blok B	0,108 ^b	27,037	1	104	0,000
	Blok C	0,022 ^c	1,855	3	101	0,142
SON-STÖ	Blok A	0,404 ^a	23,689	3	105	0,000
	Blok B	0,099 ^b	20,682	1	104	0,000
	Blok C	0,014 ^c	0,940	3	101	0,424
SON-GYİT	Blok A	0,260 ^a	12,270	3	105	0,000
	Blok B	0,386 ^b	113,430	1	104	0,000
	Blok C	0,026 ^c	2,704	3	101	0,049

a. Predictors: (Constant), ÖN-BTÖ, ÖN-GYİT, ÖN-STÖ

b. Predictors: (Constant), ÖN-BTÖ, ÖN-GYİT, ÖN-STÖ, grup

c. Predictors: (Constant), ÖN-BTÖ, ÖN-GYİT, ÖN-STÖ, grup, grup*ÖN-GYİT, grup*ÖN-BTÖ, grup*ÖN-STÖ

4.2.2.2. MANCOVA Sonuçlarına Ait Bulgular

Bu çalışmada ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin BTÖ, STÖ ve GYİT son test toplam puanlarında BTÖ, STÖ ve GYİT ön test toplam puanlarının etkisi kontrol edildiğinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına MANCOVA analizi yürütülerek bakılmıştır. Bağımsız değişken olarak öğretim yöntemleri (deney ve kontrol grubu uygulamaları), bağımlı değişkenler olarak BTÖ, STÖ ve GYİT son test puanları ve kovaryans olarak ise BTÖ, STÖ ve GYİT ön test puanları alınmıştır. MANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. MANCOVA Sonuçları

Bağımsız değişkenler	Wilks’ Lambda	F	df1	df2	Sig.	Eta kare	Gözlenen güç
Kesme noktası (Intercept)	0,845	6,247	3	102	0,001	0,155	0,845
ÖN-GYİT	0,648	18,443	3	102	0,000	0,352	0,648
ÖN-STÖ	0,762	10,644	3	102	0,000	0,238	0,762
ÖN-BTÖ	0,520	31,334	3	102	0,000	0,480	0,520
Grup (deney-kontrol)	0,460	39,878	3	102	0,000	0,540	0,460

Bu çalışmada araştırılmak istenen katılımcıların son testlerden elde edilen biyomimikriye karşı tutumları (BTÖ), STEM tutumları (STÖ) ve günlük yaşamla ilişkilendirmeleri (GYİT) olmak üzere üç tane bağımlı değişken bulunmaktadır. Çalışmada bağımsız değişken ise grup adı altında deney ve kontrol gruplarına uygulanan ders programlarıdır. Çalışmada BTÖ, STÖ ve GYİT ön test puanları kovaryans olarak alınmıştır. Yürütülen MANCOVA analizlerine göre kovaryans olan BTÖ, STÖ ve GYİT ön test puanları kontrol altına alındığında, bağımlı değişkenler olan BTÖ, STÖ ve GYİT son test puanları bakımından deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($F(3, 102)=39,878$; $p=0,00<0,05$; Wilks' $\lambda= 0,460$; kısmi eta kare= $0,540$).

Anlamlı farklılığın hangi bağımlı değişkenlerde olduğunu belirlemek için grupların karşılaştırmalı sonuçlarına (Test of between subject effects) bakıldığında sig. değerlerinin anlamlı ($p < \alpha$) olduğu ölçekler belirlenir (Pallant, 2023). Üç tane bağımlı değişken olduğu için sig. değeri olan 0,05 bağımlı değişken sayısı olan üçe bölünerek Benferroni alpha değeri 0,017 olarak belirlenip sig. değeri 0,017'den küçük olan bağımlı değişkenler tespit edilir. Tablo 4.12'ye bakıldığında bağımlı değişkenler olan GYİT son test ($F(1,104)=113,43$, $p=0,00$, kısmi eta kare= $0,522$), BTÖ son test ($F(1,104)=27,037$, $p=0,00$, kısmi eta kare= $0,206$), ve STÖ son test puanları ($F(1,104)=20,682$, $p=0,00$, kısmi eta kare= $0,166$) Benferroni alpha değeri olan 0,017 seviyesinde deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre GYİT, BTÖ, STÖ ön test puanları kontrol altına alındığında deney ve kontrol grupları arasında Biyomimikri tutum (BTÖ), günlük yaşamla ilişkilendirme (GYİT) ve STEM'e yönelik tutum (STÖ) son test puanlarının üçünde de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu farkların büyüklüğünü ortaya çıkarmak amacıyla etki büyüklüklerine (Eta kare η^2) bakılır. Eta kare (η^2) bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansın (değişimin) ne kadarını açıkladığını gösterir (Pallant, 2023; Büyüköztürk, 2010). Cohen (1992)'e göre 0,01 küçük, 0,06 orta ve 0,14 düzeyindeki eta kare(η^2) ise büyük etki olarak yorumlanır. Tablo 3.12'deki eta kare sonuçlarına göre etki büyüklüklerinin her üç bağımlı değişkende de büyük olduğu görülmüş (GYİT eta kare(η^2)= $0,522$; STÖ eta kare(η^2)= $0,166$; BTÖ eta kare(η^2)= $0,206$) olmakla birlikte GYİT son test puanları arasındaki fark en fazladır.

Tablo 4.12. Bağımlı Değişkenler için Grupların Karşılaştırılma Sonuçları

	Bağımlı Değişken	df	Ortalama Kare	F	p	Kısmi Eta Kare
Grup	SON-GYİT	1	1073,102	113,430	0,000	0,522
	SON-STÖ	1	6305,656	20,682	0,000	0,166
	SON-BTÖ	1	2417,463	27,037	0,000	0,206

MANCOVA sonucunda çıkan değerlere bakılarak elde edilen karşılaştırma sonuçları incelendiğinde GYİT, BTÖ ve STÖ son test puanlarında deney grubu lehine anlamlı farklılık ($p<0,05$) elde edildiği görülmüştür. MANCOVA analizi sonucu elde edilen “Estimated Marginals Means” tablosunda (Tablo 4.13) kovaryansın etkisi kontrol edilerek düzeltilmiş deney ve kontrol grubu ortalama puanları verilmiştir.

Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı Değişkenler Son Test Puan Ortalamaları

Bağımlı Değişken	Grup	Std. Hata	Ortalama	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
SON-GYİT	Deney	0,409	18,353	17,542	19,164
	Kontrol	0,428	12,017	11,167	12,867
SON-STÖ	Deney	2,322	135,272	130,667	139,877
	Kontrol	2,432	119,914	115,090	124,737
SON-BTÖ	Deney	1,258	86,537	84,043	89,031
	Kontrol	1,317	77,027	74,415	79,639

Tablo 4.13’de verilen değerler incelendiğinde GYİT son test deney grubu ortalama değerinin ($\bar{X} = 18,353$, $S = 0,409$) kontrol grubunun ortalama değerinden ($\bar{X} = 12,017$, $S = 0,428$) daha fazla olması farkın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir. STÖ son test deney grubu ortalama değerinin ($\bar{X} = 135,272$, $S = 2,322$) kontrol grubunun ortalama değerinden ($\bar{X} = 119,914$, $S = 2,432$) daha fazla olması farkın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde BTÖ son test puan ortalama değerlerine bakıldığında deney grubu ortalamasının ($\bar{X} = 86,537$, $S = 1,258$) kontrol grubu ortalamasından ($\bar{X} = 77,027$, $S = 1,317$) daha büyük olması farkın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın başında deney ve kontrol grubuna rastgele atanan dört şubede uygulamaların

biri araştırmacı olmak üzere iki öğretmen tarafından yürütüldüğünden ve her iki öğretmende de biri deney diğeri kontrol grubu olmak üzere iki sınıfın olduğundan bahsedilmişti. Çalışmayı yürüten Öğretmen 1 (araştırmacı) ve Öğretmen 2'ye ait deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin BTÖ, STÖ ve GYİT son test toplam puanlarında BTÖ, STÖ ve GYİT ön test toplam puanlarının etkisi kontrol edildiğinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına ayrı ayrı MANCOVA analizi yapılarak bakılmıştır. Bu sonuçlara göre Öğretmen 1 ve Öğretmen 2'nin yürüttüğü uygulamalarda GYİT, BTÖ, STÖ ön test puanları kontrol altına alındığında her bir öğretmenin deney ve kontrol grupları arasında BTÖ, GYİT ve STÖ son test puanlarının üçünde de deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ($p<0,05$) bulunmuştur. MANCOVA analizlerine ait ayrıntılı tablolar EK-K'de verilmiştir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde ses ve özellikleri ünitesi kapsamında yapılan biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM'e yönelik tutum ve biyomimikriye yönelik tutumlarına etkilerini incelediğimiz araştırmanın bulgularına ait sonuçlar ve tartışma yer almaktadır. Aynı zamanda çalışmanın iç ve dış geçerliğinden bahsedilerek ilgili kurum ve kişilere önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada ilk araştırma sorusu için araştırmaya katılan öğrencilerin biyomimikri konusuna ait farkındalık düzeyleri ölçülerek deney ve kontrol grupları oluşturulurken yanlılığı ortadan kaldırmak istenmiştir. Bu nedenle araştırmaya başlamadan uygulanan BFA puanlarının Tek yönlü varyansa analizi (ANOVA) sonuçlarına bakılarak uygulamanın yapıldığı okuldaki altıncı sınıfa ait dört şubenin uygulamalar öncesi biyomimikri farkındalıkları açısından birbirinden istatistiksel olarak anlamlı bir farkı olup olmadığı araştırılarak hangi şubelerin deney hangi şubelerin kontrol grubu olacağını belirlemek amaçlanmıştır.

- Araştırmaya katılan 6. sınıf öğrencilerinin BFA puanlarının tek yönlü varyans analizi (One way ANOVA) sonuçlarına göre dört şubenin ön test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($F(3, 105) = 0,477, p = 0,699, p > 0,05$). Bu analiz sonucuna bakılarak araştırmaya dahil edilen altıncı sınıf D-E-F-G şubelerinden 6D-6G deney grubu ve 6E- 6F kontrol grubu olarak atanmıştır.

Çalışmanın ikinci araştırma sorusu için deney ve kontrol gruplarının BTÖ, GYİT ve STÖ ön test puanları kontrol edildiğinde BTÖ, GYİT ve STÖ son test puanları arasında anlamlı farkın olup olmadığı çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) testi yapılarak karşılaştırılmıştır.

- Deney ve kontrol gruplarının kovaryans olan BTÖ, STÖ ve GYİT ön test puanları kontrol altına alındığında, bağımlı değişkenler olan BTÖ, STÖ ve GYİT son test puanları

bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($F(3, 102)=39,878$; $p=0,00<0,05$; Wilks' $\lambda=0,460$; kısmi eta kare= $0,540$).

Elde edilen anlamlı farklılık sonucunun üç bağımlı değişkenden hangisine ait olduğunu karşılaştırmak için Test of between subject effects sig. değerlerine bakılmıştır.

- Bağımlı değişkenlerden biri olan GYİT son test puanlarında ($F(1,104)=113,43$, $p=0,00$, kısmi eta kare= $0,522$) Benferroni alpha değeri olan $0,017$ seviyesinde deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. GYİT son test deney grubu ortalama değerinin ($\bar{X} =18,353$, $S=0,409$) kontrol grubunun ortalama değerinden ($\bar{X}=12,017$, $S=0,428$) daha fazla olması farkın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir.
- BTÖ son test puanlarında ($F(1,104)=27,037$, $p=0,00$, kısmi eta kare= $0,206$) Benferroni alpha değeri olan $0,017$ seviyesinde deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç doğrultusunda BTÖ son test puan ortalama değerlerine bakıldığında deney grubu ortalamasının ($\bar{X} =86,537$, $S=1,258$) kontrol grubu ortalamasından ($\bar{X} =77,027$, $S=1,317$) daha büyük olması farkın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir.
- STÖ son test puanlarında ($F(1,104)=20,682$, $p=0,00$, kısmi eta kare= $0,166$) Benferroni alpha değeri olan $0,017$ seviyesinde deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. STÖ son test deney grubu ortalama değerinin ($\bar{X}=135,272$, $S=2,322$) kontrol grubunun ortalama değerinden ($\bar{X}=119,914$, $S=2,432$) daha fazla olması farkın deney grubu lehine olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlara göre GYİT, BTÖ, STÖ ön test puanları kontrol altına alındığında deney ve kontrol grupları arasında Biyomimikri tutum (BTÖ), günlük yaşamla ilişkilendirme (GYİT) ve STEM'e yönelik tutum (STÖ) son test puanlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Etki büyüklüklerinin her üç bağımlı değişkende de büyük olduğu görülmüş (GYİT eta kare(η^2)= $0,522$; STÖ eta kare(η^2)= $0,166$; BTÖ eta kare(η^2)= $0,206$) olmakla birlikte GYİT son test puanları arasındaki fark en fazladır.

5.2. Tartışma

Ülkelerin ihtiyacına ve çağın gerekliliklerine uygun bireylerin yetişebilmesi için çağdaş ve yenilikçi yaklaşım, yöntem ve tekniklerinin kullanılması elzemdir. Öğretmen merkezli, geleneksel öğretim yöntemlerinden daha çok öğrenci merkezli, yaparak-yaşayarak, günlük hayatın içinden bağlamlar üzerinden fen kavramlarının öğrenilmesini sağlayacak yeni ortam ve etkinlikler öğrencilere sunulmalıdır. Bu sebeple derslerde işlenen kitaplardaki konuları aktarırken öğretmenleri merkezde tutmak yerine öğrenileleri başka kaynaklardan alan, bilgiyi anlamlandırmasına olanak sunan ve bireylerin öğretim yapılan alanlarda daha etken olmasını sağlayan öğrenci merkezli yaklaşımların daha çok tercih edilmesi gerekmektedir (Kara, 2022).

Öğrencilerin derse karşı ilgi, tutum ve motivasyonlarını artırarak günlük hayatta karşılaştıkları problemlere karşı çözüm üretebilmelerini sağlayacak, onların yaratıcı düşünme, problem çözme, yaratıcılık, analitik düşünme gibi becerilerini geliştirecek yenilikçi yöntem ve yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda fen bilimleri öğretiminde öğrencilerin STEM ve mühendislik tasarım temelli yaklaşımlarla ders işlemeleri, sorunlarına pratik çözüm bulmalarına, yaratıcı tasarımlarını geliştirmelerine ve tasarım sürecini uygulama becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Biyomimikri etkinlikleri, STEM alanlarını bütünsel bir yaklaşımla öğretmek için önemli bir fırsat sunar (Bilici ve diğ., 2021; Gencer ve diğ., 2020; Gardner 2012; Pauls, 2017). Karşılaşılan sorunlara yaratıcı çözümler üretirken doğanın incelenmesi ve doğadaki diğer canlıların karşılaştıkları sorunların üstesinden gelirken ürettikleri çözümleri belirleyerek ve onlardan ilham alarak bu tasarımların geliştirilmesi ve mühendislik tasarım uygulamalarına entegre edilmesi ise bu çalışmayı değerli ve öncü kılmaktadır.

Bu çalışmada ortaokul 6. sınıf öğrencilerine ses ve özellikleri ünitesinde biyomimikri uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli etkinlikler entegre edilmiş ders planları uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen bu etkinlikler deney grubuna uygulanarak mevcut öğretim yaklaşımıyla ders işlenmiş kontrol grubuyla biyomimikri tutum, STEM tutum ve bilgileri günlük yaşam ile ilişkilendirme düzeyleri arasındaki fark tespit edilmeye çalışılmıştır. Toplam 109 öğrenciye uygulanan BTÖ,

GYİT ve STÖ veri kaybı olmadan analiz edilmiştir. Bu bölümde, bulgular kısmında verilmiş olan sonuçlar alan yazın çalışmaları ile karşılaştırılarak tartışılacaktır.

Araştırmada ilk olarak “Altıncı sınıf öğrencilerinin uygulamalar öncesi biyomimikri farkındalıkları arasında anlamlı fark var mıdır?” araştırma sorusuna cevap bulmak için öğrencilere BFA uygulanarak ANOVA analizi yapılmıştır. ANOVA analizinin yapılmasının nedeni, örnekleme yer alan altıncı sınıftaki dört şubenin deney ve kontrol gruplarına rastgele atanması. Araştırma öncesi şubelerin biyomimikri farkındalıkları açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek için BFA puan türleri karşılaştırmaktır. BFA puan sonuçları karşılaştırıldığında dört grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Literatür taraması yapıldığında bu sonucu destekleyecek öğretmen adayları ile yapılan çalışmalara rastlanmıştır. Yıldırım (2019) 3. sınıfta bulunan 17 fen bilimleri öğretmen adayıyla yaptığı çalışmada biyomimikri hakkındaki görüşlerini alırken farkındalık düzeylerini de incelemiştir. Bu incelemeler sonucunda öğretmen adaylarının biyomimikri farkındalık düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Benzer şekilde yine öğretmen adaylarıyla yapılan başka bir çalışmada ise Tavşan (2022) 151 katılımcıya ilişkisel tarama modeli uygulanmış olup verilerini biyomimikri farkındalık ölçeği ile elde etmiştir. Farkındalık ölçeğinden aldıkları puanlar karşılaştırıldığında doğa ile bağlantı kurmalarına rağmen çevre, cinsiyet, sınıf düzeyi ve teknoloji tartışma düzeylerinde anlamlı farklılık oluşturmadığını ortaya koymuştur. Bu bağlamda bu çalışmada elde edilen sonuçla paralellik göstermiştir. Biyomimikri farkındalık düzeylerinin düşük olmasının nedenini biyomimikriyle daha önce karşılaşmalarına veya bu kavramı kullandıkları bir ortamın olmamasına bağlamıştır. Çalışmamızda uygulama öncesi ön test olarak uygulanan BFA’da dört şubeden toplam 109 öğrencinin anket bulgularına göre ortalaması 20 puan üzerinden 5.72 olarak bulunmuş olup bu değer çalışmanın örnekleme olan bu grupta da alan yazında incelenen diğer çalışmalarda olduğu gibi biyomimikri farkındalığının düşük olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada sonuç olarak öğrencilerin BFA sonucuna göre araştırmaya katılan dört şube arasında anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görüldüğünden yanlılık olmadan deney ve kontrol grubu rastgele atanmıştır. Aynı zamanda uygulanan deneysel çalışmada araştırma sırasında yanlılık durumunu ortadan kaldırmak için yapılan bir diğer uygulama da ikinci bir deney ve kontrol grubuna aynı okulda görev yapan bir diğer ders öğretmeni araştırmacıyla aynı uygulamaları yapmış olmasıdır.

Araştırmanın ikinci araştırma sorusu olan “Deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM’e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM’e yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?” sorusuna yanıt aramak için çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) testi yapılmıştır. Bu analiz de her grup için araştırmaya başlamadan önce uygulanan BTÖ, STÖ, GYİT ön testleri kontrol altına alınmış olup deney ve kontrol gruplarının BTÖ, STÖ, GYİT son test puanları karşılaştırılmıştır.

MANCOVA analizi sonuçlarına bakıldığında deney grubunda bulunan öğrencilerin biyomimikriye olan tutumlarının kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuca göre biyomimikri uygulamaları entegre edilerek yapılan mühendislik tasarım temelli derslerin işlenmesinin öğrencilerde biyomimikriye karşı olumlu bir tutum geliştirdiğini göstermektedir. Avcı (2019), yaptığı döküman incelemesi yöntemiyle biyomimikri bilimini ele alarak teknolojinin ve bilimin gelişmesi için üreten, çevrelerine karşı duyarlı, geleceğe yön vererek ülkelerinin gelişimini sağlayan çocuklar yetiştirmek okulların öncelikli görevlerinden olduğunu vurgulayarak okullarda biyomimikri temelli uygulamalara yönelik çalışmalar yapılması gerektiğini önermiştir. Araştırmada çıkan bu sonucu Çoban (2019) yaptığı çalışmasında fen bilimleri dersinde biyomimikri öğretim yaklaşımı ile tasarım yaptırmayı ile canlıların yapı ve fonksiyonlarının çalışma prensiplerini kavrayarak tasarımlar yapmasının öğrencilerin gözlem, analiz ve yaratıcılık becerilerini geliştirdiği çıkarımını yaparak desteklemiştir. Bu bağlamda biyomimikriye karşı olumlu tutum geliştiren bireylerin konuları çeşitli kavramlarla ilişkilendirerek problemlere karşı çözüm önerileri sunarken doğaya karşı daha duyarlı bireyler olarak yetişebileceği söylenebilir. Bu durumu destekleyecek şekilde sonuç elde eden Çakır (2019), biyomimikri fikrine aşina olan bireylerin daha önce bu kavramla karşılaşmayanlara nispeten çevrelerinde bulunan tasarımlara olan farkındalıklarının daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Bu bağlamda biyomimikri kavramının diğer kademelerdeki okullarda kullanılması bireylerin farkındalıklarını arttırarak doğadan ilham alınmasıyla farklı bakış açısı kazandırılabilir. Öğrencilerin farkındalıkları ile birlikte doğayla bağ kurma kapasiteleri arttığında fen bilimleri, teknoloji ve doğa konularını anlama yorumlama düzeyleri de

artar. Aydın ve Kaptan (2023), ortaokul öğrencileriyle biyomimikri hakkındaki görüşlerini alarak yaptıkları çalışmada biyomimikrinin öğrencilerin problem çözme becerileriyle birlikte yaratıcılıklarını geliştirdiği ve biyotaklit etkinlikleri ile öğrencilerin bilimsel süreçleri deneyimleyerek yeni fikirler üretme ve tasarım süreçlerine katılma konusunda etkili olduğu sonucuna varmıştır. Aydın (2023) 5. ve 7. sınıf seviyelerine uyguladığı ders planlarıyla biyomimikri temelli işlenen derslerin öğrencilerin yaratıcılık seviyelerine etkisine bakmıştır. Sınıf düzeylerinin hepsinde deney grubu öğrencilerinin derslerde biyomimikri örnekleriyle karşılaşması öğrencilerin yaratıcılık düzeylerini arttırdığı sonucuna varmıştır. Bu nedenle öğrencilerin biyomimikri kavramlarıyla karşılaşması onların hayal gücünü geliştirmesine ve farklı çözüm yolları bularak denemelerine neden olmaktadır. Biyomimikri çalışmalarına okullarda yer verilmesinin nedeni olarak öğrencilerde önemli becerilerinin gelişimini sağlaması ve gelecek için düşünme, üretme imkânı sunması olduğu söylenebilir (Biomimicry Institute, 2017). Öğrencilerin problem çözümü için ilhamını doğadaki canlılardan alması bireylerin doğanın yeteneklerinden modelleri için neyin kopyalanabileceğini ve uyarlanabileceğini de öğrenebilir (Cohen, 2005).

Biyomimikri düşünme becerisi ile çözüm odaklı bir yaklaşım olarak mühendislik tasarım becerilerini kazandırmaya oldukça uygundur. Buradan öğrencilerin doğadan ilham ile icat ve yaratıcılık gelişimine katkı sağlayacak etkili yöntemlerden birinin STEM yaklaşımı olduğu çıkarımı yapılabilir (Gardner, 2012; Sumrall ve diğr., 2018). Bu nedenle okullarda STEM veya mühendislik tasarım temelli eğitimleri içeren biyomimikri araştırmaları bireyleri tecrübe ederek öğrenme ortamları ve dünya da yer alan problemlerle karşılaştırarak çeşitli alanlardaki yeteneklerini geliştirmelerine katkı sağlar (Avcı, 2019). Biyomimikri yaklaşımını barındıran mühendislik tasarım temelli etkinlikler öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine etki ederek doğaya farklı bakış açılarını geliştirerek biyomimikri fikriyle ilgili olumlu yönde tutum kazanmalarını sağlar. Aydın (2023) 7. sınıfta öğrenim gören 47 öğrenciyle yaptığı çalışmada deney grubu öğrencilerine uyguladığı biyomimikri temelli ders planlarının öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri ve tasarımları üzerine etkisine bakmış ve öğrencilerin biyomimikrinin derslere katılımıyla bilimsel yaratıcılıklarının arttığı ve tasarım çizimlerinde doğayı örnek aldıkları sonucuna ulaşmıştır. Başka bir çalışmada ise Sürgü (2022) 8. sınıf teknoloji ve tasarım derslerinin biyomimikri ile işlenmesinin teknoloji konulu tasarım fikirlerine etkisini incelenmiştir.

Nitel araştırma yöntemiyle elde ettiği bulgulara göre öğrencilerin tasarım fikirlerinde biyomimikrinin hayal gücünü geliştirdiği ve güncel ihtiyaçlarına yönelik cevaplar bulmaya çalışıldığı görülmüştür. Yıldırım (2019) öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada STEM eğitimini biyomimikri yaklaşımıyla zenginleştirerek uygulamış ve öğretmen adaylarının görüşlerini aldığı bu çalışmada yapılan bu uygulamaların öğrencilerin aktif öğrenmelerine katkı sağlayarak soyut kavramları somutlaştıracağı, keşfetme ve sorun çözme gibi becerileri kazanacağı çıkarımlarını yapmıştır. Bu bağlamda Yıldırım (2019) STEM ve biyomimikri uygulamalarının diğer kademelerde de yapılması gerektiğini önermiştir. Okullarda uygulanacak olan STEM temelli biyomimikri uygulamaları ile öğrencilerin doğaya merak ve ilgisi mühendislik tasarım basamaklarıyla bir araya gelerek özgün tasarımlar çıkarmalarına neden olmaktadır. Biyomimikri, doğa ve mühendislik arasında bir köprü görevi görerek teknolojik ürünlerin hazırlanmasında kullanılabilir. Yakışan ve Velioğlu (2019) 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin biyomimikri tasarımlarını geliştirirken hayvanların farklı özelliklerinden yararlandıkları sonucuna ulaşmışlardır. Bu bağlamda öğrencilerin çevrelerinde bulunan canlılara farklı bir bakış açısı geliştirerek teknolojinin üretim ve geliştirme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilebileceğinin önemini belirtmişlerdir. STEM ve biyomimikrinin bir arada kullanılarak yapılan benzer uygulamalarda öğrencilerin mühendislik tasarım basamakları ile birlikte biyomimikri yaklaşımını kullanarak insanların karşılaşılabilecekleri problemlere hayal güçlerini kullanarak çözüm önerileri sunabilecekleri sonucuna varmışlardır (Alperen, 2020; Gencer ve diğr., 2020; Pauls, 2017). Alan yazın incelemesinde ortaya çıkan bu öneriler ile mevcut araştırmada ortaya çıkan sonuçlar örtüşmektedir.

Araştırmada cevap aranan bir diğer alt araştırma sorusu ise “Deney ve kontrol grupları arasında biyomimikriye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme ve STEM’e yönelik tutum ön test puanları kontrol edildiğinde Günlük Yaşamla İlişkilendirme Ölçeği son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?”. Soruya yanıt aramak için yapılan MANCOVA analizi sonuçlarına baktığımızda deney grubunda bulunan öğrencilerin ses ve özellikleri ünitesindeki bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerinin kontrol grubunda yer alan bireylere göre daha fazla arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuca göre biyomimikri uygulamaları entegre edilerek yapılan mühendislik tasarım temelli derslerin işlenmesinin öğrencilerin bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme

düzeylerine oldukça olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Bulgular ışığında ortaya koyduğumuz bu sonuç alan yazın tarafından da desteklenmektedir. Ersanlı (2016) yayınladığı içerik analizi çalışmasında fizik dersinde doğadan ilham alınarak yeni teknolojilerin olduğunu örneklerle aktarmanın dersin daha sağlıklı anlaşılır halde akılda kalıcı olması için günlük yaşamla ilişkilendirmenin öneminden bahsetmiştir. Aynı zamanda çalışmasında bilgilerin kendi yaşantılarıyla ilişkili olduğunu kavrarlarsa öğrencilerin derse karşı ilgi ve tutumlarının artacağından dolayı konuyu hissederek öğrenmelerini sağlayacağı sonucuna varmıştır. Bir başka yapılan çalışmada ise Kandemir ve ark. (2022) öğretmen adaylarının biyomimikri örnekleriyle zihinlerinde var olan fizik bilgilerini kullanarak yeni teknolojik ürünler tasarımları istenmiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının biyomimikri örneklerini fizik kavramlarıyla birlikte günlük yaşamla ilişkilendirdikleri sonucuna varmışlardır. Doğayı gözlem olan biyomimikri ile canlıların günlük yaşam problem çözümünde hangi yolları kullandıklarını tespit ederek, aynı problemlerle karşılaştığımızda vereceğimiz çözüm önerilerinde doğadan yararlanabiliriz. Bu bağlamda biyomimikri yaklaşımı ile işlenen konuların günlük yaşamla bağdaştırması sağlanarak konular kalıcı hale gelebilir. Öğrencilerin fen bilimleri dersindeki konuları günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri arttıkça fen bilimleri dersindeki başarı düzeyleri de artmaktadır (Kara,2016). Yıldırım (2019) öğretmen adaylarının biyomimikri hakkındaki görüşlerini aldığı çalışmasında biyomimikriyi derslerinde nasıl kullanacakları sorusuna yanıt olarak, somuttan soyuta olacak şekilde bilimsel süreç becerileri kullanılarak gözlem yapma ve veri kaydetme; öğretme-öğrenme süreçlerinde yaparak yaşayarak öğrenme ve oynayarak öğrenmede yani günlük yaşamla bağlantı kurarak kullanacaklarını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada biyomimikri uygulamaları dışında mühendislik tasarım temelli yaklaşımla kontrol grubunda derslerin işlenmesinin de günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerinde artışa neden olduğu söylenebilir. Alan yazın taraması yapıldığında bu sonucu destekleyecek şekilde mühendislik tasarım temelli yaklaşım çalışmalarında konuların günlük yaşamla bağlantılı şekilde verilmesini desteklemektedir (Gülhan ve Şahin, 2016). Akar ve Yadigaroglu (2021), 5. sınıf medde ve değişim ünitesine karşı yaptıkları FeTeMM temelli fen etkinliklerini katılımcıların eğlenceli bularak konulara daha hakim oldukları görüşlerini toplamışlardır. Çalışmada öğrencilerin FeTeMM temelli derslerin işlenmesinden sonra günlük yaşam problemleri çözümünde bir artış olduğunun yanı sıra

üst düzey becerilerinin ve akademik başarılarının da arttırdığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Pekbay (2017), karma yöntem ile 7. sınıf bilim uygulamaları dersinde yapmış olduğu çalışmasında FeTeMM etkinliklerini uygulayarak günlük yaşama dayalı problem çözme becerileri testinden alınan puanları karşılaştırdığında deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin daha fazla arttığı sonucuna ulaşmıştır. Türe (2023) kimya dersinde yaptığı STEM temelli çalışmalarında tasarımlarını yapan öğrencilerin günlük yaşantıda yer alan malzemelerden ilham alması öğrencilerin inceleme ve keşfetmeye eğilimli olduğu sonucuna varmıştır. Başka bir çalışmada ise Ülker (2023) 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin biyomimikri temelli STEM uygulamaları ile derslerin işlenmesi bireylerin günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümünde farklı bakış açıları geliştirerek yaratıcılık düzeylerini olumlu yönde etkileyip etkili çözümler sundukları sonucuna ulaşmıştır.

5.3. Çalışmanın İç ve Dış Geçerliği

İç geçerlik çalışmada bağımlı değişken(ler)de meydana gelen değişimin bağımsız değişken(ler)den kaynaklı olmasıdır. Dış geçerlik ise çalışmanın örneklemeden elde edilen sonuçların evrene genellenebilirliğidir.

5.3.1. Çalışmanın İç Geçerliği

Çalışmanın araştırma deseni ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Yarı deneysel desen, deney ve kontrol gruplarına öğrenci dağılımlarının rastgele yapılamadığı, ancak deney ve kontrol grubu olarak sınıfların rastgele atandığı yöntemdir (McMillan ve Schumacher, 2001). Bu sebeple çalışmanın doğası ve uygulanışı sebebiyle iç geçerliğe tehdit olabilecek bazı unsurlar bu bölümde tartışılmıştır. Frankel ve Wallen (2000)'e göre veri toplayanın özellikleri, veri toplayanın yanlılığı, uygulamalar ve katılımcıların tutumu yarı deneysel bu çalışmada iç geçerliğe tehdit olabilecek önemli unsurlar arasında sayılmaktadır. Uygulama öncesi örnekleme dahil edilen dört şubenin deney ve kontrol grubuna atanması öncesi biyomimikri farkındalıkları açısından şubelerin denklikleri BFA'nın ön test olarak uygulanması ve elde edilen verilerin istatistiksel olarak analizi sonrası gerçekleştirilmiştir. Bu ve çalışmada kontrol grubunun olması ile ön test puanlarının kovaryans olarak atanması örneklem özelliklerinin iç geçerliği tehdit

etmesinin önüne geçer. Dört şubenin biyomimikri farkındalığı açısından farklı olmamasının istatistiksel olarak belirlenmesi neticesinde aynı öğretmenin iki şubesinden birinin deney diğerinin kontrol grubu olarak atanması veri toplayan ve uygulamaları gerçekleştiren uygulayıcıların özelliklerinin iç geçerliğe etkisinin önüne geçmek amaçlıdır. Yani uygulayıcı ve veri toplayan öğretmenlerden biri araştırmacı olmak üzere iki öğretmenin her birinde bir deney ve bir kontrol grubu yer almaktadır. Uygulayıcıların yanlılığının iç geçerliğe tehdit oluşturmaması için alınan önlemler arasında yine her iki öğretmende de hem deney hem kontrol grubunun yer alması gösterilebilir. Öğretmenlerden biri araştırmacının kendisi iken diğer öğretmenin araştırmacı tarafından uygulamalar öncesi derinlemesine bilgilendirilmesi ve süreç boyunca bu bilgilendirmenin devamlılığının sağlanması söz konusudur. Deney grubundaki uygulamaların “yenilik” etkisi sebebiyle katılımcıların tutumunu etkileyebileceği düşünülse de kontrol grubunda da mevcut öğretim programına yönelik çeşitli öğrenciyi aktif kılan etkinliklerin yapılıyor olması bu tehdidin önüne geçmek amaçlıdır. Araştırmanın 4 hafta süresince ve 22 ders saatinde yürütülmüş olması katılımcıların gelişimine ve deneyimine bağlı olgunlaşma tehdidini mümkün olan ölçüde azaltmaktadır. Tüm bu unsurlar araştırma süresince dikkate alındığından iç geçerliğin sağlandığı düşünülmektedir.

5.3.2. Çalışmanın Dış Geçerliği

Dış geçerliğin sağlanması amacıyla katılımcıların evreni temsil edebilme düzeyi dikkate alınır. Örneklem araştırmacıya ulaşılabilirliği açısından kolaylık sağladığı için Ankara ili Mamak ilçesinde MEB’e bağlı bir devlet ortaokulunda altıncı sınıfta öğrenim gören öğrencilerden oluşmuştur. Okul ilçedeki standart okullardan biri olmakla birlikte çalışmanın sonuçları Ankara ili Mamak ilçesindeki altıncı sınıf öğrencilerine genellenebilir.

5.4. Öneriler

Yapılan bu araştırmadaki bulgular derinlemesine değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler öğretmenlere, MEB’e, öğretim programı geliştiricilerine, üniversitelere ve araştırmacılara yapılmıştır.

Öğretmenlere öneriler;

- Biyomimikri yaklaşımıyla zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli etkinliklerin ses ve özellikleri ünitesinde olduğu gibi aynı veya diğer sınıf düzeylerindeki farklı fen bilimleri dersi ünitelerinde de kullanılması,
- Mühendislik tasarım temelli biyomimikri uygulamaları ile bireylerin yaratıcılık düzeylerinin yüksek olduğu daha erken yaşlarda tanıştırılması,
- Öğrencilerin yaşadıkları çevreyi gözlemleyebilecekleri ve çevrelerindeki canlılara farklı bir bakış açısıyla bakıp onların problemlere yaklaşımını fen konularına entegre edebileceği ve sürdürülebilirliği temel alan tasarım odaklı ders etkinliklerinin hazırlanması ve uygulanması önerilmektedir.

MEB'e öneriler;

- Öğretmenlerin biyomimikri kavramından ve öneminden haberdar olmaları, biyomimikri ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım veya STEM odaklı yaklaşımları fen bilimleri dersine nasıl entegre edebilecekleri ve kullanabilecekleri ile ilgili hizmet içi eğitim, seminer, çalıştay düzenlenmesi,

Öğretim programı geliştiricilere öneriler;

- Öğrencilerin ilgisini çeken derse karşı öğrenme motivasyonlarını arttıran ve olumlu tutum geliştirdikleri derslerde öğrendikleri bilimsel bilgileri günlük hayatla bağdaştırabilecekleri etkinliklerin olduğu konuları daha anlamlı öğrendiği söylenebilir. Bu bağlamda biyomimikri etkinlikleriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli etkinliklere öğretim programı ve ders kitaplarında daha fazla yer verilmesi,

Üniversitelere ve araştırmacılara öneriler:

- Üniversitelerin öğretmen yetiştirme programları çağın gereksinimlerine ve bireylerin ihtiyaçlarına göre düzenli aralıklarla güncellenmektedir. Fen bilimleri öğretmenlerinin yetiştirildiği programlarda biyomimikri ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım temelli veya STEM uygulamalarına da yer verilip öğretmen adaylarının hizmet öncesi dönemlerinde bu konudaki bilgi birikimi ve öğretmenlik deneyimlerinin arttırılmasına olanak sağlanması,

- Bu çalışmada uygulanan etkinliklerin ses ve özellikleri ünitesindeki biyomimikriye yönelik tutum, STEM'e yönelik tutum ve günlük yaşamla ilişkilendirilmeye etkisi incelenmiştir. Aynı uygulamaların öğrencilerin ses ve özellikleri ünitesindeki başarılarına veya diğer bilişsel veya duyuşsal faktörlere etkisinin incelenmesi,
- Fen bilimleri dersi ses ve özellikleri ünitesinde gerçekleştirilen bu çalışmanın diğer sınıf seviyeleri ve diğer fen kavramlarında da uygulanması ve etkililiğinin araştırılması,
- Farklı örneklemeler ve farklı bölgelerde özdeş çalışmaların yapılması ve sonuçlarının bu araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılması önerilir.



KAYNAKLAR

- Akar, H. (2019). Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (Fetemm) Temelli Etkinliklerin 5. Sınıf Öğrencilerinin Madde Ve Değişim Ünitesindeki Kavramları Günlük Yaşamla İlişkilendirmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, 553964.
- Akar, H., Yadigaroglu, M. (2021). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Temelli Etkinliklerin 5. Sınıf Öğrencilerinin Madde ve Değişim Ünitesindeki Kavramları Günlük Yaşamla İlişkilendirmelerine Etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 57-81. DOI:10.17556/erziefd. 656886
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: “Günümüz Modası Mı Yoksa Gereksinim Mi?”, *İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi*, 1-38.
- Ak, M., Yavuz, A. Ö., (2019). Biyomimikri Yöntemiyle Tasarlanmış Bir Yaşam Formu - Kabağı: Yarasa Evi. *SETSCI Conference Proceedings*, Ankara, Türkiye, 19-21 Nisan, 2019.
- Akkuş, A. (2013). Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin İşbirlikli Öğrenme Modeli Hakkında Bilgilendirilmesi, Bu Modeli Sınıfta Uygulamaları ve Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi: Muş İl Örneği. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 350077.
- Aksoy, Ş. (2021). Ses ve Özellikleri ile İlgili Tasarım Temelli Etkinliklerin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarı ve Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Aksoy, Ş., Özcan, H. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin ses ve özellikleri ünitesi ile ilgili başarılarını ölçmeye yönelik bir test geliştirme çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(2), 193-214. DOI: 10.17244/eku.787792
- Aksoy, Ş., Özcan, H., Çeken, R. (2023). Ses ve Özellikleri ile İlgili Tasarım Temelli Etkinliklerin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarı ve Tutumlarına Etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (56), 555-581. DOI:10.53444/deubefd.1217639
- Alperen, N.F. (2020). Ortaokul 5. Sınıf Bilim Uygulamaları Dersine Yönelik STEM Temelli Bir Öğretim Tasarımı: Doğadan İlham Alan Teknolojiler. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 618171.
- Altan, E. B., Yamak, H., Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM Eğitim Yaklaşımının Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına Yönelik Bir Öneri: Tasarım Temelli Fen Eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Altundağ, Z. (2024). STEM Tabanlı Ses ve Özellikleri Etkinliklerinin Öğrencilerin Mühendis Ve Mühendislik İmajlarına Ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 847629.

- Altunel, M. (2018). STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.
- Arslan, S. Y. ve Arastaman, G. (2021). Dünyada STEM Politikaları: Türkiye İçin Çıkarımlar ve Öneriler. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910.
- Atasoy, Ş., Tekbıyık, A., Gülay, A. (2013). Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Ses Kavramını Anlamaları Üzerine Kavram Karikatürlerinin Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 177-196.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233. DOI: 10.35346/aod.604872
- Ay, K., Seferoğlu, S. (2020). Farklı Ülkelerin STEM Eğitimi Politikalarının İncelenmesi ve Türkiye İçin Çıkarımlar. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 83-105. DOI: 10.17556/erziefd. 669988
- Ayaz, M., Gülen, S., Bilge, G. (2020). STEM Etkinliklerinin Uygulanması Sürecinde Elektronik Portfolyo Kullanımının Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarısına ve STEM Tutumuna Etkisinin İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1153-1179. DOI: 10.33711/ yyuefd.801394
- Aydın, B. (2023). Fen Eğitiminde Biyomimikri Öğretim Yaklaşımının Öğrencilerin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Yaratıcılıklarına Etkisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 843138.
- Aydın, B., Kaptan, D. F. (2023). Views of Middle School Students on the Effectiveness of Science Courses Conducted with Biomimicry. *Journal of the Human and Social Science Researches*, 12 (3), 1353-1374.
- Aydın, D. (2023). Biyomimikri Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Yaratıcı Düşünme Becerileri ve Tasarımları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce, 808216.
- Aydın, E., Baydere, F. K. (2019). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri: Karışımların Ayrıştırılması Örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52. DOI:10.7822/omuefd.439843
- Aydın, G., Saka, M., Guzey, S. (2017). 4 - 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM=FETEMM) Tutumlarının İncelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802. DOI:10.17860/mersinefd.290319
- Ayvacı, H., Uçmak, C. (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Maddenin Hal Değişimi Konusundaki Teorik Bilgileri ve Günlük Hayat Bağlamlarının Karşılaştırılması. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 11(1), 1-15. DOI:10.51960/jitte.1085745

- Azgın, A. O., Şenler, B. (2019). İlkokulda STEM: Öğrencilerin Kariyer İlgileri ve Tutumları. *Journal of Computer and Education Research*, 7 (13), 213-232. DOI: 10.18009/jcer.538352
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M., Emen, H., Gürer, F. (2018). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler Ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (STEM) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735.
- Bakırlı, G., Aydın, G. (2023). Probleme Dayalı Hipotez Test Etme Deneylerine İlişkin Öğrenci Görüşleri: Ses ve Özellikleri Örneği. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 1-24. DOI:10.51119/ereegf.2023.36
- Balçın, M. D., Çavuş, R., Topaloğlu, M. Y. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin FeTeMM'e Yönelik Tutumlarının ve FeTeMM Alanlarındaki Mesleklere Yönelik İlgilerinin İncelenmesi. *Asya Öğretim Dergisi*, 6(2), 40-62.
- Baran, E., Canbazoglu, B. S., Mesutoğlu, C., Ocak, C. (2019). The Impact of an out-of-School STEM Education Program on Students' Attitudes Toward STEM and STEM Careers. *School Science and Mathematics*, 119, 223–235. DOI:10.1111/ssm.12330
- Baş, Ş., (2023). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Temelli Etkinlikler Hazırlama Sürecinin ve Etkinliklerin STEM Farkındalığına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 846116.
- Benyus, J.M., (2022). *Biyomimikri: İlhamını Doğadan Alan İnovasyon*(1. Baskı). Vizyon, İstanbul:Usturlab.
- Bilici, S. C., Küpeli, M. A. (2020). Biyomimikri Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık ve Girişimcilik Algı Düzeylerine Etkisi. *I. Ulusal Çevrimiçi Disiplinlerarası Fen Eğitimi Öğretmenler Konferansı*, Ankara, Türkiye, 4–5 Temmuz, 2020.
- Bilici, S. C., Küpeli, M. A., Guzey S. (2021). Inspired By Nature: an Engineering Design-Based Biomimicry Activity. *Science Activities*, 58(2), 77-88. DOI:10.1080/00368121.2021.1918049
- Bilir, V., Karaçam, S., Danışman, Ş. (2021). Lise Öğrencilerinin Kimya Dersine Yönelik Tutumları ve Kimya Bilgilerini Günlük Yaşam ile İlişkilendirme Dereceleri Üzerine “Bilimden Doğaya, Doğadan Bilime: Problemlere Çözümler” Projesinin Etkisi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 520-533. DOI: 10.21666/muefd.837140
- Biomimicry Institute. (2017). Sharing Biomimicry With Young People an Orientation For K-12 Teachers. <https://asknature.org/resource/sharing-biomimicry>

- Bozkurt, E. (2014). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri ve Sürece Yönelik Algılarına Etkisi. Gazi Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 366313.
- Buyruk, B., Korkmaz, Ö. (2016). Öğrencilerin Fen Bilimleri Dersine Dönük Kavramları Günlük Hayatla İlişkilendirme Durumları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 159-172. DOI: 10.7822/omuefd.35.1.12
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni*. SPSS Uygulamaları ve Yorum (24.Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Caferoğlu, M., (2021). Ambalaj Tasarımında Sürdürülebilirlik İçin Doğadan İlham: Biyomimikri Yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(121), 136-153. DOI:10.29228/ASOS.52634
- Can, A. (2016). *SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*. 4. Baskı, Pegem Akademi:Ankara.
- Canbazoğlu, B. S., Küpeli, M. A., Guzey, S. S. (2021). Inspired By Nature: An Engineering Design-Based Biomimicry Activity. *Science Activities*, 58(2), 77-88. DOI:10.1080/00368121.2021.1918049
- Canbazoğlu, H. B., Tümkaya, S. (2020). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 188-209. DOI:10.16949/turkbilmat.655216
- Cohen, Y. B. (2005). Biomimetics: biologically inspired technology. *11 Eccomas Thematic Conference on Smart Structures and Materials*. Lisbon, Portugal, 18-21 july, 2005.
- Çakır, A. (2019). Biyoloji öğretmeni adaylarının biyomimikri ile ilgili farkındalıkları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 576896.
- Çelik, E. (2019). Rehberlik Birimlerinin Ortaokul Öğrencilerinin STEM Alanlarını Seçmesine Olan Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 569677.
- Çelikel, S.B. ve Uçar, S., (2020). Biyomimikri: Doğayla Uyumlu Yeni Bir Tasarım Modeli. *Humanities Sciences (NWSAHS)*, 15(2), 51-60. DOI: 10.12739/NWSA.2020.15.2.4C0235
- Çetin, A. (2014). Bağlam Temelli Öğrenme İle Lise Fizik Derslerinde Kullanılabilecek Günlük Hayattan Konular. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 45-62.
- Çoban, M. (2019). Integration of Biomimicry Into Science Education. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 603813.

- Çoban, M., Coştu, B. (2023): Integration of Biomimicry Into Science Education: Biomimicry Teaching Approach. *Journal of Biological Education*, 57(1), 1-25. DOI: 10.1080/00219266.2021.1877783
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., Hughes, G. (2013). The Effects of a STEM Intervention on Elementary Students' Science Knowledge And Skills. *School Science And Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Dağılmaz, İ. (2023). 6. Sınıf Öğrencilerinin Ses Ve Özellikleri Ünitesinde STEM Aktiviteleri Temelli Ters Yüz Edilmiş Sınıf Yönteminin Öz Düzenlemeli Öğrenmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 841512.
- Dedetürk, A., Kırmızıgül, A. S., Kaya, H. (2020). "Ses" Konusunun STEM Etkinlikleri ile Öğretiminin Başarıya Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 134-161. DOI: 10.9779/pauefd.532331
- Demir, D. (2018). Öğrencilerin Günlük Yaşamla İlişkilendirme ve Algılanan Problem Çözme Becerileri ile Rutin ve Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisi Arasındaki İlişki. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, 493143.
- Demirci, N., Efe, S. (2007). İlköğretim Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56.
- Doğan, E. (2019). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Fen Eğitimi Hakkındaki Görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Doğan, H. (2020). Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 631382.
- Doğan, S., Kıvrak, E., Baran, Ş. (2004). Lise Öğrencilerinin Biyoloji Derslerinde Edindikleri Bilgileri Günlük Hayatla İlişkilendirebilme Düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 57-63.
- Doğanay, K. (2018). Probleme Dayalı STEM Etkinlikleriyle Gerçekleştirilen Bilim Fuarlarının Ortaokul Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarılarına Ve Fen Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 498288.
- Dolunay, A. ve Karamustafaoğlu, O. (2021). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Eğitsel Oyunlar Hakkında Görüşleri: "En Süratli Ses" Oyunu. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(16), 48-69. DOI:10.46778/goputeb.872860
- Duran, M., Sarı, K. (2021). İlkokul fen bilimleri dersinde STEM temelli rehber materyal geliştirme çalışması: "Aydınlatma ve ses teknolojileri". *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 5(2), 316-340. DOI: 10.35346/aod.951421

- Efe, S. (2007). Üç Aşamalı Soru Tipi Geliştirilerek İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 177865.
- Er, D. T., Şen, Ö. F., Sarı, U., Çelik, H. (2013). İlköğretim Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersi Bilgilerini Günlük Hayatla İlişkilendirme Düzeyleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 209-216.
- Ergül, A. (2023). Analogik Akıl Yürütmenin Biyomimikri ile Desteklenmesi: Doğa ile Öğrenen Çocuklar. *TEBD*, 21(2), 879-904. DOI:10.37217/tebd.1161851
- Eroğlu, S., Bektaş, O. (2016). STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. DOI:10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m
- Ersanlı, C.C., (2016). Fizik Eğitiminde Biyomimikri Verileri Kullanımın Yeri ve Önemi. *5 th International Vocational Schools Symposium*, Kosova, 18-20 Mayıs 2016.
- Ertaş, H., Parmaksızoğlu, A., Şen, A. İ. (2011). Okul Dışı Bilimsel Etkinliklerin 9. Sınıf Öğrencilerinin Enerji Konusunu Günlük Hayatla İlişkilendirme Düzeyine Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 178-198.
- Eryılmaz, H., (2015). Biyomimikri Ve Ergonomi: Tasarımda Doğadan Yenilikçi İlham. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W., Collins, T. L. (2013). Student Attitudes toward STEM: The Development of Upper Elementary School and Middle/High School Student Surveys. *120th ASSE Annual Conference & Exposition*. Atalanta.
- Fıstıkçı, K. N., Gündüz, E. (2021). Biyomimikri ve Mekânsal Tasarımdaki Yeri. *Inonu University Journal of Art and Design*, 17-32. DOI:10.16950/iujad.971695
- Frankel, R. J., Wallen, E. N. (2000). How To Deign And Evaluate Research in Education, San Francisco, Mcgraw Hill.
- Gardner, G. E. (2012). Using Biomimicry to Engage Students in a Design-Based Learning Activity. *The American Biology Teacher*, 74(3), 182-184. DOI:10.1525/abt.2012.74.3.10
- Gazibeyoğlu, T. (2018). STEM Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji Ünitesindeki Başarılarına ve Fen Bilimleri Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 496276.
- Gencer, A., Doğan, H., Bilen, K., (2020). Developing Biomimicry STEM Activity by Querying the Relationship Between Structure and Function in Organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105. DOI:10.19128/turje.643785

- Genç, M. (2013). Doğa, Sanat ve Biyomimetik Bilim. Sanatta Yeterlilik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara, 346801.
- Göçmençelebi, Ş. İ., Özkan M., (2011). Bilimsel Yayınları Takip Eden ve Teknoloji Kullanan İlköğretim Öğrencilerinin Fen Dersinde Öğrendiklerini Günlük Yaşamla İlişkilendirme Düzeyleri Bakımından Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 287-296.
- Gökgöz, T. (2022). Öğretmen Adaylarının Dolaşım Sistemi Konusu ile İlgili Biyomimikri Tasarımlarının Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun, 776295.
- Gonzalez, H. B., Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. *Washington, DC: Congressional Research Service*. <http://www.stemedcoalition.org/wp>
- Güzey, S. S., Harwell, M., Moore, T. (2014). Development of an Instrument To Assess Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Gül, Ş. (2020). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesine Ait Konuları Günlük Yaşamla İlişkilendirme Düzeyleri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 1–16.
- Gülhan, F., Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Bu Alanlarla İlgili Algı ve Tutumlarına Etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Günbatar, A. S., (2018). Elmanın Kararmasının Engellenmesi: Bir FeTeMM Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 8(2), 99-110.
- Gürel, D. K., Körhasan, N. D. (2018). Türkiye’de ve Dünya’da Fizik Eğitimi Araştırmalarına Kritik Bakış. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(3), 935-957.
- Gürler, S. A. (2022). Ortaokul Öğrencilerinin “Saf Madde ve Karışımlar” Konusu ile İlgili Bilgilerini Günlük Yaşam ile İlişkilendirme Düzeyleri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 822-862. DOI: 10.29299/kefad.918847
- Hacıoglu, Y., Usta, N. (2020). Digital Game Design-Based STEM Activity: Biodiversity Example. *Science Activities*, 57(1), 1-15. DOI: 10.1080/00368121.2020.1764468
- Harman, G., Yenikalaycı, N. (2021). STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Sürecine Dayalı Etkinliklere Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 53, 206-226. DOI: 10.15285/maruaebd.729672
- Jacobs, S., Eggermont, M., Helms, M., Wanieck, K. (2022). The Education Pipeline of Biomimetics and Its Challenges. *Biomimetics*, 7, 93.

- Kandemir, N., Değirmenci, S., Coşgun, M. A. (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyomimikri Örneklerini Fizik Kavramları ve Günlük Yaşamla İlişkilendirme Becerilerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 7(1), 25-43. DOI:10.52797/tujped.1093614
- Kahya, V., Özdilek, Z. (2021). Alan Uzmanlarının STEAM Eğitimi ile ilgili Görüşleri. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 122-147. DOI: 10.33418/ataunikkefd.862411
- Kara, F., (2016). Ortaokul 5. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersinde Öğrendikleri Bilgileri Günlük Yaşamlarıyla İlişkilendirebilmelerine Yönelik Düşünceleri ile Fen Bilimleri Dersindeki Başarıları Arasındaki İlişki. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1380-1397. DOI:10.17556/jef.50116
- Kara, F., (2016). 5. Sınıf “Maddenin Değişimi” Ünitesinde Kullanılan Bağlam Temelli Öğrenmenin Öğrencilerin Bilgilerini Günlük Yaşamla İlişkilendirme Düzeyleri, Akademik Başarıları Ve Fene Yönelik Tutumlarına Etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 419310.
- Kara, Ö., (2022). 6. Sınıf “Ses ve Özellikleri” Ünitesinde İşbirlikli Öğrenme Modelinin Uzaktan Eğitim Ortamlarında Uygulanmasının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 762559.
- Kara, Ö., Zorlu, F. (2023). “Ses ve Özellikleri” Ünitesinde İşbirlikli Öğrenme Modelinin Uzaktan Eğitim Ortamlarında Uygulanmasının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına Etkilerinin İncelenmesi. *Erzincan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(4), 737-763. DOI:10.17556/erziefd.1275581
- Karabulut, G., Timur, B. (2022). Ortaokul Öğrencilerinin STEM Eğitimi Uygulamalarına Yönelik Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Uygulanması. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 169-199. DOI:10.17932/IAU.EFD.2015.013/efd_v08i2003
- Karataş, T. (2020). Çevresel Sanat Uygulamalarının Sürdürülebilirliğe Katkısı ve Biyomimikri. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24, 721-743.
- Kaya, A., Ayar, M. C. (2020). Türkiye Örneğinde STEM Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmaların İçerik Analizi. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 275-306.
- Kaya, Ş. (2022). Biyomimikri Uygulamalarının Kullanıldığı STEM Eğitime Yönelik Hazırlanmış Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çevre Okuryazarlık Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 756674.
- Keskin, S., Yavuz A.,(2019) Biyomimikri Yöntemiyle Tasarlanmış Bir Yaşam Alanı: Salyangoz Barınağı. *SETSCI Conference Proceedings*, 19(21), 88-93, 19-21 Nisan, 2019 Ankara, Türkiye.

- Khanzadeh, M. (2019). Bio Design Method; Learning Nature In Line With Technology. *Journal of Environmental and Natural Studies*, (1)1, 11-18.
- Kim, S. (2019). Development Andeffect of Biomimicry Robot Education Program Based on Technologyeducation. *Journal of Convergencefor Information Technology*, 9(4), 109-117. DOI:10.22156/CS4SMB.2019.9.4.109
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40. DOI: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/>
- Kurt, A., Aydın, M. ve Bekereci, Ü. (2023). 6. Sınıf Ses ve Özellikleri Ünitesine Yönelik Başarı Testi Geliştirme Çalışması: Geçerlik ve Güvenirlik Analizi. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14 (3), 20-33. DOI:10.19160/e-ijer.1226568
- Kurtuluş, M. (2019). STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Motivasyonlarına ve Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Alanya, 546488.
- Küçük, M., (2022). Animasyon Destekli Ses Konusu Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 747093.
- Küçük, M., Ünal, İ., Taşcan, M. (2021). Views of science Teachers About The 6th Grade “Sound And Features” Unit. *Inonu University Journal of The Faculty of Education*, 22(3), 2053-2077. DOI: 10.17679/inuefd.933963
- Küçüközer, A. (2009). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının incelenmesi. *Elementary Education Online*, 8(2), 313-321. <http://ilkogretim-online.org.tr>
- Leonard, M. J. (2004). Toward Epistemologically Authentic Engineering Design Activities in the Science Classroom. *National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, B.C., April 1, 2004.
- McMillan, J. H., Schumacher, S. (2001). *Research in Education*. (5th ed.). Longman, New York.
- MEB, (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- MEB, (2018). 2023 Eğitim Vizyonu. 1-128 https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_E%C4%9Fitim%20Vizyonu.pdf
- MEB, (2017). *STEM Öğretmen El Kitabı. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK)*. <https://mus.meb.gov.tr/www/stem-egitimi-ogretmen-el-kitabi/icerik/6075>

- Milli Eğitim Bakanlığı, YEĞİTEK (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf
- Mumcu, M. T. (2023). Ses ve Özellikleri Konusunda Okul Dışı Ortamlarda Yapılan Etkinliklerin Ortaokul Öğrencilerinin Fen Konularına Olan İlgilerine Ve Fen Öğrenme Motivasyonlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat, 822399.
- Mumcu, M. T., Bozdoğan, A. (2024). Ses ve Özellikleri Konusunda Okul Dışı Ortamlarda Yapılan Etkinliklerin Ortaokul Öğrencilerinin Fen Konularına Olan İlgilerine ve Fen Öğrenme Motivasyonlarına Etkisi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 66-103. DOI:10.30855/gjes.2024.10.01.003.
- National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2023. NASA STEM Engagement. Engineering Desing Process. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/03/engineering-design-process-classroom-connections-508.pdf?emrc=98a862>
- National Academy of Engineering & National Research Council. (2009). Engineering in K-12 Education Understanding The Status and Improving The Prospects. *The National Academies Press*, Washington, D.C.
- National Research Council. (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: *National Academy Press*. DOI: <http://nap.nationalacademies.org/4962>
- National Research Council [NRC]. (2011). Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Washington, DC: The National Academic Press.
- National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press. DOI:10.17226/13165
- NRC, N. R. (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. DOI:10.17226/18290
- NRC. (2014). Developing Assessments for the Next Generation Science Standards. DOI:10.17226/18409
- Orduhan, Y., Şahin, Ç. Ç. (2023). Ortaokul 6. Sınıf “Ses ve Özellikleri” Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi Geliştirme Çalışması. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(3), 138-178. DOI: 10.47714/uebt.1355916
- Ormancı, U., Çepni, S. (2018). The Thematic Review of Relating With Daily Life Studies in Science Education. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(2), 350-381.
- Ormancı, Ü., Çepni, S., Ülger, B. (2020). Ortaokul Öğrencilerinin Hücre Konusunu Anlama ve Günlük Yaşamla İlişkilendirme Durumlarının Belirlenmesi. *Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 3(2), 125-145.

- Özcan, E., (2019). Sosyo-Bilimsel Argümantasyon Yönteminin Öğrencilerin Bilgileri Günlük Hayatla İlişkilendirme Düzeylerine, Girişimciliklerine ve Sürdürülebilir Fen Bilimlerine Yönelik Tutumlarına Etkisi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 545154.
- Özcan, H., Koca, E. (2019). STEM’e Yönelik Tutum Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 387-401. DOI: 10.16986/HUJE.2018045061
- Özdoğan, M.,(2015). Biyosüreç: Doğadan İlham Alan Tasarım Süreçleri İçin Sistematik Bir Yöntem Önerisi ve Uygulaması. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 425735.
- Öztoprak, Z. (2020). Yaşamın İlkeleri ile Kenti Yeniden Düşünmek: Biyomimikri temelli Bir Yaklaşım. *İdeal Kent Dergisi*, Özel Sayısı, 1180–1204.
- Öztürk, N., Atalay, N. (2012). Öğretmen Adaylarının Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 43-58.
- Özsoy, T. (2018). Mühendislik Bölümü Öğretim Üyelerinin Mühendislik Tasarım Süreci ve Bu Sürecin Ortaokul Öğrencilerine Öğretilmesi İle İlgili İnançları. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 529451.
- Pabuçcu, A. (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Gaz Basıncıyla İlgili Bilgilerini Günlük Hayatla İlişkilendirebilme Seviyeleri. *Journal of the Turkish Chemical Society Section:C*, 1(2), 1-24.
- Pallant, J. (2022). *SPSS Kullanma Klavuzu Spss ile Adım Adım Veri Analizi*. (S. Balcı ve B. Ahı, Çeviri). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Pauls, S. (2017). Biomimicry a “Natural Lesson” in STEAM. *The STEAM Journal*, 3(1), 33. DOI: 10.5642/steam.20170301.33
- Pekbay, C. (2017). Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 454935.
- Peterman, K., Daugherty, J., Custer R., Ross, J., (2017). Analysing The İntegration of Engineering in Science Lessons With The EngineeringInfused Lesson Rubric. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1913-1931. DOI: 10.1080/09500693.2017.1359431
- Roobeek, M. (2019). Biomimicry in the Classroom: How Biomimicry can be İntegrated in The Dutch curriculu. *Minor Research Project*, 1-49. <https://biolearn.eu/assets/documents/dutch-manual/Research-Report-Matthijs-Roobeek-How-Biomimicry-can-be-integrated-in-the-Dutch-curriculum.pdf>
- Qureshi, S., (2020). How Students Engage İn Biomimicry. *Journal Of Biological Education*, 56(4), 1-15. DOI: 10.1080/00219266.2020.1841668

- Seren, S., Veli, E. (2018). 2005 Yılı İtibariyle Değişen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında STEM Eğitime Yer Verilme Düzeylerinin Karşılaştırılması. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 24-47.
- Sönmez, G. (2020). Argümantasyon Temelli Sınıf İçi Etkileşimlerin 6. Sınıf Öğrencilerinin Sesin Madde ile Etkileşmesi Konusunda Akademik Başarılarına ve Zihinsel Modellerine Etkisinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Stevens, J. (2009). *Applied Multivariate Statistics For The Social Sciences (5th ed.)*. New York: Routledge.
- Söğüt, A., Sever, A. (2019). Tasarımda Doga Etkisi Biyomimikri. *Uluslararası Sanat ve Estetik Dergisi*, 2(3), 17-31.
- Sparkes, V., (2020). *STEAM Şehirde* (1. Baskı). İSTANBUL: Ayrıntı Yayınları
- Sumrall, W., Sumrall, K., Robinson H. (2018), Using Biomimicry to Meet NGSS in the Lower Grades. *Science Activities*, 55(3), 115-126. DOI: 10.1080/00368121.2018.1563041
- Sürgü, B., Güneş, N. (2022). Biyotaklit Konusunun 8. Sınıf Teknoloji Ve Tasarım Dersinde İşlenmesinin Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 38-55. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd>
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (1), 297-322.
- Şahin, S. A., Güçlü, N. T., Atan, C. D. (2022). Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (2018) Kazanımlarının Mühendislik ve Tasarım Becerileri Açısından İncelenmesi. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 6(1), 1-25. Doi:10.46452/baksoder.1113849
- Şahin, B. (2019). STEM Etkinliklerinin Fen Öğretmeni Adaylarının STEM Farkındalıkları, Tutumları Ve Görüşleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 592145.
- Şirin, G., Oğuz, E., Tüysüz, M. (2022). Ortaokul Fen Bilimleri Ders Kitaplarında Yer Alan Etkinliklerin STEM Etkinlikleri Açısından Uygunluğunun İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 35(1), 37-76. DOI: 10.30964/aubfd.863341
- Tavşan, G. (2022). Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Biyomimikri Kavramı Hakkındaki Farkındalıkları. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Rize, 723870.
- Teknik Kütüphane (2024). https://www.teknikkutuphane.com/makale77_MUHENDISLIK_NEDIR_.html

- Terzi, S. (2023). İlkokul 3. ve 4. Öğrencilerine Geliştirilen Biyomimikri Temelli Ders Planlarının Uygulanmasına İlişkin Öğretmen Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ordu, 846069.
- Toma, R. B., Greca, I. M. (2017). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Science and Technology Education*, 14(4), 1385-1395. DOI: 10.29333/ejmste/83676
- Topalsan, A. K., (2018). Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 15(1), 186-219. DOI:10.23891/efdyu.2018.66
- Türe, D. (2023). Biyomimikri ve Teknolojik Mühendislik STEM Faaliyetlerinin Tasarlanması Kimya Derslerinde Güçlülüğün Değerlendirilmesi Biyomimikri ve Tersine Mühendislik Tabanlı STEM Etkinliklerinin Tasarlanması. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 791535.
- Türk Dil kurumu-TDK, (2018). <https://sozluk.gov.tr/>
- TÜSİAD. (2014). *STEM Alanında Eğitim Almış İşgücüne Yönelik Talep ve Beklentiler Araştırması*. http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/download/7014_d28ffa2adda423c6d3852cc01c965993
- TÜSİAD. (2017). *2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi*. TÜSİAD. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stemgereksinimi>
- Uç, B., Oğurlu, İ. (2023). Ekolojik Mimari Tasarımda Biyomimikri ve Ekomimikri. *YDÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 5(2), 2-20.
- Uyanık, S., Özakdağ, A., Yıldırım, M. (2022). Ortaokul Fen Bilimleri Ders Kitaplarında Yer Alan STEM Etkinlik Yeterliliklerinin İncelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (13), 266-302. DOI: 10.21733/ibad.1124428
- Uyanık, S., Benzer, E. (2023). Developing and Evaluating a Design For Online STEM Education on Environment For Secondary School Students. *International Journal on Social and Education Sciences (Ijoneses)*, 5(4), 787-821. DOI:10.46328/ijoneses.562
- Uzun, Y. (2022). Fen Bilimleri Dersinde Kullanılan STEM Eğitimi Etkinliklerinin Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” Ünitesindeki Öğrenmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya, 754944.
- Ülker, M. (2023). Biyomimikri ile STEM Eğitimine Yaklaşımın 7. Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Tutumları, Bilimsel Yaratıcılık Becerileri ve Fen Bilimleri Derinlemesine Karşı Olan Tutumları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, 826173.

- Ültay, N., Emeksiz, N., Durmuş, R. (2020). STEAM Yaklaşımına İlişkin Örnek Bir Uygulama ve Uygulama Hakkında Öğrenci Görüşleri. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği*, 8(1), 1-17.
- Velioğlu, D., Yakışan, M. (2022). Determination of the Biomimicry Perceptions of Middle School 7th Grade Students through Drawings. *Kastamonu Education Journal*, 30(1), 120-129. DOI: 10.24106/kefdergi.788413
- Yadigaroglu, M., Demircioğlu, G., Demircioğlu, H. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimya Bilgilerini Günlük Hayatla İlişkilendirebilme Düzeyleri. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(2), 795-812. DOI: 10.12984/eegefd.310426
- Yağar, N. (2021). 6. Sınıf Ses Ve Özellikleri Ünitesine Yönelik Argümantasyon Destekli İşbirlikli Okuma Yazma Uygulama Etkinliklerinin Tasarlanması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 689547.
- Yakışan, M., Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4.Sınıf Öğrencilerinin Biyomimikri Algılarına Yönelik Yaptıkları Çizimlerin Analizi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 727-753.
- Yaman F., Aşılıoğlu B. (2020). Öğretmenlerin Stem Eğitime Yönelik Farkındalık, Tutum Ve Sınıf İçi Uygulama Özyeterlik Algılarının İncelenmesi. *Millî Eğitim*, 51(234), 1395-1416. DOI: 10.37669/milliegitim.845546
- Yavuz, Ü. (2019). İlkokul Fen Bilimleri Dersinin Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (Fetemm) Etkinlikleri ile İşlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, 538292.
- Yazıcı, A. M., Kınay, M., (2021). Biyomimikri, Uzay Araştırmaları İçin Robotiklere Nasıl İlham Veriyor?. *Türk Hava Kurumu Üniversitesi Havacılık Ve Uzay Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 64-77.
- Yıldırım, B. (2018). *STEM Eğitim Raporu: Milli Eğitim Bakanlığı İçin Öneriler*. 1-47.
- Yıldırım, B. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminde Biyomimikri Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90.
- Yıldırım, B., Altun, Y. (2015). STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2); 28-40.
- Yıldırım, B., Selvi, M. (2015). STEM Tutum Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması. *Turkish Studies International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(3), 1117-1130.
- Yıldırım, N., Maşeroğlu, P. (2016). Kimyayı Günlük Hayatla İlişkilendirmede Tahmin-Gözlem-Açıklamaya Dayalı Etkinlikler ve Öğrenci Görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 7(1), 117-145.

- Yıldırım, B., Türk, C. (2018). STEM Uygulamalarının Kız Öğrencilerin STEM Tutum ve Mühendislik Algılarına Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 843-886. DOI:10.14520/adyusbd.368452
- Yıldız, A.(2023). Biyomimikri ile Bütünleştirilmiş e-STEM Modüllerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 806230.
- Yıldız, H. (2012). Endüstri Ürünleri Tasarımı Kapsamında Biyomimetik Tasarımın Yeri ve Metodolojisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 310683.
- Yılmaz, M., Aka, E. İ. (2022). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersinde Sürünme Kuvveti Konusunu Günlük Yaşamla İlişkilendirebilme Düzeyleri. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 228-248. DOI:10.30855/gjes.2022.08.02.005.
- Yoshikawa, E., Strimel, G. J., Bartholomew, S. R. (2017). Designing the Technological World through Biomimicry. *Children's Technology & Engineering*, 21(4), 18–22.
- Zeybek, U. (2022). İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Aydınlatma ve Ses Teknolojileri Ünitesinde STEM Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur, 772819.
- URL1:<https://www.bilimoloji.com/dogayi-taklit-ettik-biyomimetik/> (Ziyaret tarihi: 06.06.2022)
- URL2:<https://www.biomimicry.net/> (Ziyaret tarihi: 23 Nisan 2024)
- URL3:https://dosder.org.tr/biyomimikri-balina-gucu/#google_vignette (Ziyaret tarihi: 22.06.2022)
- URL4:<https://ekolojist.net/biyomimetik-biliminden-ilham-alan-teknolojilerin-en-iyi-10-ornegi/> (Ziyaret tarihi:08.07.2022)
- URL5:<https://www.fizikist.com/gecko-kertenkelesi-ve-geckolari-taklit-eden-teknolojiler> (Ziyaret tarihi: 08.07.2022)
- URL6:<https://muhendisbilir.com/dogadan-ilham-alan-tasarim-stratejisi-biyomimikri-nedir/> (Ziyaret tarihi: 22.06.2022)
- URL7:<https://services.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf;jsessionid=w3fQNz6Pm4DbG72Mn1AMEoaT?dergiKodu=4&cilt=42&sayi=648&sayfa=120&yaziid=28679> (Ziyaret tarihi: 22.06.2024)
- URL8:<https://services.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf;jsessionid=I+GQ2F1K+84uMlcdGMx12fR+?dergiKodu=4&cilt=51&sayi=992&sayfa=40&yaziid=41957> (Ziyaret tarihi: 22.06.2022)



EKLER

EK-A: Araştırma Etik ve Uygulama İzinleri

Evrak Tarih ve Sayısı: 09.02.2023-E.366857



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu



Sayı : E-10017888-100-366857
Konu : Esra GÖKÇE-Etik Kurul İzni Hk.

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 06.02.2023 tarihli, 365085 sayılı ve "Esra GÖKÇE-Etik Kurul İzni Hk." konulu yazı

Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulunun 9/02/2023 tarih ve 2023/02 no lu toplantısında alınan 1 sıra sayılı kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Karar No 1: Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 06.02.2023 tarih ve 365085 sayılı yazısı görüşüldü. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmeliği Yüksek Lisans programı öğrencisi Esra GÖKÇE'nin, Doç. Dr. Derya KALTAKÇI GÜREL'in danışmanlığında yürüttüğü "Ses ve Özellikleri Ünitelerinde Biyomimikri Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Temelli Öğretimin 6. Sınıf Öğrencilerinin Günlük Yaşamla İlişkilendirme, Stem'e Yönelik Tutum ve Biyomimikriye Yönelik Tutumlarına Etkiler" başlıklı yüksek lisans tez çalışması kapsamında yapacağı anketin uygulamasında, kurum ve kişi ismi belirtmemek koşulu ile bilimsel araştırma ve yayın etiği açısından bir sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.

Prof.Dr. Ümit AY
Kurul Başkanı

Belge Doğrulama Adresi : <https://turkiye.gov.tr/kocaeli-universitesi-ebys>

Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi
41380, Kocaeli
Tel: +90 (262) 303 10 01 Faks: +90 (262) 303 10 33
E-Posta : etik@kocaeli.edu.tr Elektronik Ağı : <http://www.kocaeli.edu.tr>
Kep Adresi : kocaeliuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Pelin ÖNALEL DOĞULUN

Raportör
Telefon No: 303 10 49



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-14588481-605.99-72845372
Konu : Araştırma İzni

22.03.2023

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi: a) 15.03.2023 tarihli ve 383022 sayılı yazınız.
b) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 nolu Genelgesi.

Üniversiteniz Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Esra GÖKÇE'nin "**Ses ve Özellikleri Ünitesinde Biyomimikri Uygulanmalarıyla Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Temelli Öğretimin 6. Sınıf Öğrencilerinin Günlük Yaşamla İlişkilendirme, Stem'e Yönelik Tutum ve Biyomimikriye Yönelik Tutumlarına Etkileri**" konulu tezi kapsamında merkez ilçelere bağlı okul ve kurumlarda uygulanacak olan veri toplama araçları ilgi (b) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Millî Eğitim Temel Kanunu ile Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Harun FATSA
Vali a.
Millî Eğitim Müdürü

Ek:
Uygulama araçları (9 sayfa)
Dağıtım:
Gereği:
Kocaeli Üniversitesi
Bilgi:
9 Merkez İlçe MEM

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Emniyet Mah. Alparslan Türkeş Cad. 4/A Yenimahalle

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

Telefon No : 0 (312) 306 89 30

Bilgi için: Emine Konuk

E-Posta: istatistik06@meb.gov.tr

Unvan : Şef

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

İnternet Adresi: ankara.meb.gov.tr

Faks: _____

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 84ba-ed1a-39ff-bd17-8100 kodu ile teyit edilebilir.

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-B: Deney Grubu Ders Planları

DERS PLANI 1			
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	Ünite:	Ses ve Özellikleri
Konu:	Sesin Yayılması	Önerilen Süre:	4 saat
Kavramlar:	- Sesin katılarda yayılması - Sesin gazlarda yayılması - Sesin sıvılarda yayılması	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri:	Soru-Cevap Tartışma Mühendislik tasarım temelli öğretim
Kazanım: F.6.5.1.1. Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder.			
Biyomimikri Uygulaması: Yağ Kuşları ve Gürültü Kirliliğinin İletişime Etkisi			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri			
GİRİŞ			
Derse gelen öğretmen öğrencileri selamladıktan sonra ses ile ilgili daha önceki senelerde işlenen bilgileri hatırlatılır. Bu ünite de işlenecek konular hakkında kısa bilgi verilir. Aşağıdaki örnekler verilerek konuya giriş yapılır. “Düşüncelerimizi ifade etmek için konuşur, sevinirken kahkaha atar, üzülürken ağlarsın. Sabah kalkmak için saati kurarsın. İş makinelerinin çıkardığı seslerden rahatsız oluruz. Dans etmek için müzik açarsın. Bu gibi seslerin oluşması için taneciklerin titreşmesi gerekir. Titreşim sonucu oluşan sesler dalgalar halinde her yöne yayılır. Müzik aletlerinden çıkan sesler de titreşim sonucu oluşur.” Öğrencilere yukarıdaki bilgiler verildikten sonra aşağıdaki deneyler yapılır.			

DENEY 1: İP SES İLETİR Mİ?

Malzemeler:

- 2 plastik bardak
- 2 metre uzunluğunda ip
- Makas

Yapılışı

1. Makas yardımıyla bardakların altını deliniz.
2. İplerin ucunu bardakların delinen kısımlarından geçirin.
3. Arkadaşınız bardağı ağzına dayayarak bir atasözü söylesin, sizde elinizdeki bardağı kulağınıza dayayıp arkadaşınızın söylediği atasözünü dinleyiniz.
4. Bardak yokken atasözünü tekrar söyleyiniz.



Sonuç:

“Ses, seslenen bardaktan diğerine nasıl iletildi?” Sorusu sorularak yorum yapmaları istenir.

DENEY 2: Su Sesi İletir Mi?

Malzemeler:

- Su
- 2 adet orta büyüklükte taş
- Leğen

Yapılışı:

1. Taşları hava ortamında birbirine vurarak çıkan sesi dinleyiniz.
2. Leğeni su ile doldurunuz.
3. Su dolu kaptaki taşları birbirine vurarak çıkan sesi dinleyiniz.



Sonuç:

“Sıvılar sesi iletmeseydi birbirine vurulan taşların sesini duyabilir miydik?” sorusu sorularak sesin sıvılarda yayılması hakkında yorum yapmaları istenir.

DENEY 3: Kaptaki Su Neden Titreşti?

Malzemeler:

- Leğen
- Plastik cetvel
- Su

Deneyin Yapılışı

1. Leğenin içine su doldurunuz.
2. Cetvelin bir ucu boşta kalacak şekilde masaya yerleştiriniz.
3. Leğeni cetvelin altına cetvele değmeyecek şekilde yerleştiriniz.
4. Cetvelin boşta kalan ucunu aşağı doğru itip bırakınız.
5. Suda oluşan hareketleri gözlemleyiniz.



Sonuç: “Su yüzeyinde ne gibi bir durum oldu?” sorusu sorularak öğrencilerin gözlemleri hakkında yorum yapmaları istenir.

Yapılan deneyler sonucunda öğrenciler sesin yayılabilmesi için maddesel oratama ihtiyaç olduğu çıkarımını yapar. Bu doğrultuda aşağıdaki bilgiler öğrencilere aktarılır.

“Sesin katı, sıvı ve gaz ortamlarında yayılmasına günlük yaşantımızdan birçok örnek verebiliriz. Öncelikle çevremizdeki sesleri duyabiliyor olmamız sesin bir gaz ortamı olan havada yayıldığını gösterir. Sınıfta kapı ve pencereler kapalı hâlde iken okul bahçesinde oynayan çocukların seslerini duyabilmemiz ise sesin, birer katı madde olan duvar ya da pencere camlarından geçebildiğini gösterir. Bir dere kenarından geçerken su içindeki kurbağaların seslerini duyabiliyor olmamız da sesin suda yayılmasına örnek olarak verilebilir.”

Yapılan deneylerle öğrencilerin dikkati konuya çekildikten sonra aşağıdaki metin okutularak biyomimikriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım sürecinin uygulamasına geçilir.

Yağ Kuşları ve Gürültü Kirliliğinin İletişime Etkisi

Gün geçtikçe artan insan sayısına bağlı olarak artan gürültü kirliliği hayvanları olumsuz etkilenmektedir. Karşılaşılan yoğun gürültü kirliliği sebebiyle hayvanların iletişimi tehlike altına girmektedir. Örneğin kıtalar arasında taşımacılığın artmasıyla yunusların birbiri ile iletişimi zorlaşmaktadır. Araştırmalara göre yağ kuşlarının yoğun gürültülü ortamlardan dolayı iletişiminin olumsuz etkilendiği görülmektedir. Bu türler yönlerini bulmak için yüksek sesli çıtırtılar çıkarır ve etrafındaki nesnelere çarparak yankılanan sesi dinlerler. Bu kuşlar bu yoğun gürültünün ardında sesleri duyurabilmek için farklı ötüş tarzları geliştirmiştir.

Bu haber öğrencilere okunur ve aşağıdaki sorular sorularak öğrencilere biyomimikri örneği ile sesin maddelerde yayılma özelliği kullanılarak üretilen teknolojik araçlardan bahsedilir.

- Yunuslar, balinalar, yağ kuşları ve gözleri görmemesine rağmen avcılardan kaçmayı başaran köstebekler nasıl iletişim halindedir?
- Bu canlıların hayatta kalma, üreme ve besin bulmada kullandıkları yöntemi bizler nerelerde kullanabiliriz?

Bu canlıların birbiri ile iletişiminden etkilenen bilim insanlarının gemilerin alt kısımlarına yerleştirilen **sonar** adı verilen cihazı ürettiği söylenir. Daha sonra bu

teknolojinin sadece gemilerde değil çok çeşitli alanlarda da kullanıldığı söylenir. Fay hatlarının tespit edilmesi, batmış olan gemilerin belirlenmesi, maden arama ve deniz haritaları çıkarma gibi alanlarda kullanıldığı vurgulanır. Kullanılan bu sonar teknolojisi oluşturulurken, yunusların taklit edildiği vurgulanarak, sesi kullanarak cisimlerin merkezden uzaklıklarını tespit etme konusunda bizlere yardımcı olduğu söylenir.

Biyomimikri kavramı vurgulanarak ve yukarıdaki örnekler verilerek konu ile ilgili aşağıdaki bilgiler verilir:

“Biyomimikri, bilim insanlarının ve tasarımcıların çözmeye çalıştıkları birçok problemin çözümlerinin doğada mevcut olduğu, ayrıca bu çözümlerin milyonlarca yıldır test edilerek işlerliğinin, verimliliğinin kanıtlanmış olduğu temeline dayanıyor. Bu çözümler orada dururken, ortada olmayan, hiç denenmemiş çözümler üretmeye çalışmanın hem zor bir iş olduğunu hem de o kadar uzun zamandır denenmiş çözümlerden daha iyi olamayacaklarını savunuyor. Birçok konuda doğanın üstünlüğü su götürmez bir gerçek. Bu üstünlüklerden yararlanılarak üretilecek teknolojiler aynı zamanda sürdürülebilir de olacaktır. Biyomimikrinin bu getirilerinin farkında olan birçok araştırmacı doğayı inceliyor ve doğanın bu konulardaki bilgi birikiminden faydalanmaya çalışıyorlar.”

Daha sonra öğrenciler gruplara ayrılarak aşağıdaki etkinlik kağıdı dağıtılır. Etkinlikte yer alan problem durumunun tespit edilerek ve doğadan ilham alınarak probleme çözüm bulmaları istenir. Bunun için aşağıdaki adımları takip ederek tasarım görevlerini tamamlamaları istenir.

1. Problem durumunu belirle
2. Çözümü hayal et
3. İlham kaynağı ve özelliklerini belirle
4. Planla
5. Çözümü uygulayarak model oluştur
6. İlham kaynağı ile tasarım arasındaki benzerlikleri belirle
7. Test et
8. Paylaş

TASARIM ETKİNLİĞİ: ZİRVEYE DOĞRU

Yüksek dağlardaki koşullar serttir. En yüksek zirvelerle mücadele eden dağcılar bu zorlu tırmanışlarını gerçekleştirmek için özel buluşlara ihtiyacı vardır. Dağcılar bulutlardan dolayı kötü görüş mesafesine sahiptir. Bu nedenle düşebilir veya kaybolabilirler. Bulutlarla kaplı alanlarda düşmemek ve kaybolmamak için teknolojik aletler kullanmaktadırlar.

O zaman bir dağcı olduğunu düşün ve bu kötü görüş problemini çözmek için kendi tırmanış ekipmanını tasarla.

Problem ne?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın özellikleri neler?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham kaynağın nedir?

.....

.....

.....

.....

İlham aldığın kaynağın özellikleri nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıdaki boşluğa yap.

Kullanacağın malzemeler:

.....

.....

.....

.....

.....

İlham aldığın kaynak ile tasarımın arasındaki benzer özellikler nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Öğrencilerin gruplar halinde hayal ettikleri tasarımları model olarak yapmaları ve test ederek sonuçlarını sınıfta sunum yapmaları istenir.

DERS PLANI 2			
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	Ünite:	Ses ve Özellikleri
Konu:	Sesin Farklı Ortamlarda Farklı Duyulması	Önerilen Süre:	6 saat
Kavramlar:	- Farklı cisimlerden üretilen sesin farklı çıkması - Aynı sesin farklı ortamlarda farklı duyulması	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri:	Soru-Cevap Tartışma Mühendislik tasarım temelli öğretim
Kazanımlar: F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder. F.6.5.2.2. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.			
Biyomimikri Uygulaması: Karınca Galleri ve Müzikal Ağaç			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen öğrencileri selamladıktan sonra ses ile ilgili daha önceki hafta işlenen bilgileri hatırlatılır. Aşağıdaki görsel gösterilerek konuya giriş yapılır.			
			

Öğrencilere yukarıdaki görselle ilgili aşağıdaki sorular sorulur.

- Görseldeki bebeklerin ellerindeki oyuncaklardan çıkan sesler aynı mıdır?
- Bu oyuncakları suyun içinde çaldığımızda çıkan sesler aynı mıdır?
- Bir davula farklı cisimlerle vurduğumuzda çıkan sesler aynı olur mu?

Verilen cevaplardan yola çıkarak aşağıdaki bilgiler veriler.

“Çevremizde çok farklı sesler vardır. Bizler bu sesleri ayırır ve tanırız.

Büyüklerimizin sesi ve arkadaşlarımızın sesini kolayca ayırt ederiz. Bize seslenen arkadaşlarımızı tanırız.” Daha sonra aşağıdaki deneyler yapılarak konuya devam edilir.

DENEY 1: Farklı Cisimlerle Farklı Sesler Üretmek

Amaç: Farklı cisimlerle farklı sesler üretildiğini kavramak.

Malzemeler: Porselen kâse, cam kâse, plastik kâse, metal kaşık.

Deneyin yapılışı:

- Cam, plastik ve porselen kâseleri yan yana koyunuz.
- Metal kaşıkla kâselere eşit şiddette vurunuz.
- Çıkan sesleri karşılaştırınız.

“Yapılan deneyde cam, plastik ve porselen kâselere metal kaşıkla aynı şiddette vurduğunuzda farklı sesler işitildiği, bu durumun sebebi farklı cisimlerle üretilen seslerin farklı olduğu vurgulanır. Cam, plastik ve porselen kâseler farklı maddelerden yapıldığı için duyduğunuz seslerin de farklı olduğu, cisimlerin yapıldığı maddelerin o cisimlerden çıkan sesi etkilediği” söylenir. Daha sonra 2. deneye geçilir.

DENEY 2: Farklı Büyüklükteki Cisimlerle Farklı Sesler Üretmek

Malzemeler: Çalar saat, su dolu kap, ağzı kilitli poşet

Deneyin yapılışı:

1. Çalar saatin alarımını sınıfta çaldırınız ve çıkan sesi dinleyiniz.
2. Çalar saatin alarımını ayarlayıp saati naylon poşete koyunuz. İçindeki havayı alarak ağzınızı iyice bağlayınız ve çalar saati çaldırıp sesini dinleyiniz.

3. Çalar saatin alarımını ayarlayıp saati naylon poşete koyunuz. Poşetin ağzını iyice bağlayınız ve su dolu cam fanus içine yerleştiriniz. Alarımın sesini dinleyiniz.



“Ses kaynağının bulunduğu ortam değişince duyulan ses hakkında ne söyleyebilirsiniz?” sorusu sorulur ve öğrencilerden cevaplar alınarak aşağıdaki bilgiler verilir.

“Çalar saatin sesinin ortamlarda farklı duyulmasının nedeni sesin farklı ortamlarda farklı duyulmasıdır. Maddenin farklı hallerinde tanecikler arası mesafe de farklıdır. Bu durum sesin iletme hızını da etkiler. Benzer şekilde ortamın değişmesiyle sesin şiddeti de değişir. Aynı ses bazı ortamlarda çok uzun mesafelere iletilebilirken bazı ortamlarda çok kısa mesafelere iletilir. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle ses farklı iletilir.”

Yapılan deneylerle öğrencilerin dikkati konuya çekildikten sonra daha önceden öğrencilere verilen ve araştırılması istenen metin okutularak biyomimikriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım sürecinin uygulamasına geçilir.

Karınca Galleri ve Müzikal Ağaç

Ahsen’in en sevdiği aktivitelerden biri de doğada yürüyüş yapmaktır. Bir Pazar günü yürüyüşe çıkan Ahsen etraftan ısıklık sesi duymaya başladı. Etrafta kimse olmamasına rağmen çıkan sesleri takip eden Ahsen seslerin bir bitkiden geldiğini fark etti. Bitki ile ilgili özellikleri öğrenmek için hemen telefonundaki uygulamadan yardım aldı. Isıklıken akasya adı verilen bu bitkinin dikenlerinin dibinde “karınca galleri” adı verilen içi boş topların olduğu ve karıncaların bu topların içinde yaşadığını öğrendi. Karıncanın olmadığı içi boş kalanların rüzgâr estikçe ısıklık benzeri bir ses çıkardığını öğrendi.

Metin okunduktan sonra aşağıdaki sorular sorularak öğrencilere biyomimikri örneği ile sesin farklı ortamlarda farklı duyulması özelliği kullanılarak üretilen teknolojik araçlardan bahsedilir.

1. Sizce boş olan gallerden ses çıkarken dolu gallerden ses gelmemesinin nedeni ne olabilir?
2. Sizce bu durumdan insanlar hangi tasarım için faydalanmış olabilir?
3. Siz olsaydınız hangi tasarım için ilham alırdınız?

Yukarıdaki soruların cevaplarından yola çıkarak biyomimikri kavramı tekrar edilerek aşağıdaki örnekler verilir bu örneklerden yola çıkarak üretilen teknolojik aletler konusunda yorum yapmaları istenir.

- Kurbağalar kendi bölgelerini belirlemek için ses çıkartarak bağırlarlar. Ağaç kurbağaları sesini yükseltmek için içi boş ağaçların içine tırmanır.
- Aligator adındaki timsah türü ise düşmanlarını korkutmak için ağzına aldığı havayı titreterek düşmanlarını kaçıtır ve kuyruklarını suya vurarak dişiye kur yapma sesi çıkartırlar.
- Sincaplar ceviz, fındık, fıstık, badem gibi kabuklu yiyecekleri çok sever. Sincaplar bu yiyeceklerin dolu olup olmadığını kabuklarına vurarak anlar. Kabuktan gelen sesin farklılığı onlara yol gösterir ve içi boş olanlarla vakit kaybetmezler.

Bilim insanlarının canlıların bu özelliklerinden çıkarak **ultrason** cihazını geliştirmişlerdir. Gönderilen ses dalgaları bir kemik, kas ya da iç organa denk geldiklerinde vücudun içinde çarptıkları yere göre farklı görünürler. Bir monitör aracılığıyla tespit edilen bu dalgalar kullanılarak iç organların şekli, boyutu ve yoğunluğu tanımlanabilmektedir.

Canlıların bu farklı şekillerde çıkardıkları seslerden yararlanılarak müzik aletleri tasarlanmıştır. Örneğin çobanlar sazlıklardan çıkan seslerden esinlenerek kavalı yapmışlardır.



Daha sonra öğrenciler gruplara ayrılarak aşağıdaki etkinlik kağıdı dağıtılır. Etkinlikte yer alan problem durumunun tespit edilerek ve doğadan ilham alınarak probleme çözüm bulmaları istenir. Bunun için aşağıdaki adımları takip ederek tasarım görevlerini tamamlamaları istenir.

1. Problem durumunu belirle
2. Çözümü hayal et
3. İlham kaynağı ve özelliklerini belirle
4. Planla
5. Çözümü uygulayarak model oluştur
6. İlham kaynağı ile tasarım arasındaki benzerlikleri belirle
7. Test et
8. Paylaş

TASARIM ETKİNLİĞİ: BİRAZ MÜZİK ZAMANI

Arkadaşlarınızla kurduğunuz müzik grubunun yıl sonu konserleri için hazırlanması gerekiyordu. Ancak müzik yapmanız için gereken müzik aletlerinizi alabilmeniz için gereken ücret bütçenizi fazlasıyla aşmaktaydı. Grubunuzun, farklı ses kaynakları ve ortamları kullanarak farklı sesler çıkarabilen müzik aletlerine ihtiyacı var ve diğer canlılardan esinlenerek kendi müzik aletlerinizi tasarlamanız gerekiyor. O zaman probleminizi çözmek için kendi müzik aletinizi tasarlayın.

Problem ne?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın özellikleri neler? Müzik aletinin adı ne?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham kaynağın nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham aldığın kaynağın özellikleri nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıdaki boşluğa yap.

Kullanacağın malzemeler:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

DERS PLANI 3			
Dersin Adı	Fen Bilimleri	Ünite	Ses ve Özellikleri
Konu	Sesin Sürati	Önerilen Süre	4 saat
Kavramlar:	- Sesin sürati - Sesin enerjisi	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri	Soru-Cevap Tartışma Araştırma Mühendislik tasarım temelli öğretim
Kazanım: F.6.5.3.1. Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır.			
Biyomimikri Uygulaması: Baykuşlar ve Hızlı Trenler			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen daha önceki konularda işlediği sesin titreşimler sonucu oluştuğunu ve dalgalar halinde yayıldığını hatırlatır. “Fırtınalı havalarda şimşek çaktığında önce havanın aydınlanmasının ardından şiddetli bir ses duyulmasının sebebi nedir?” “Bu durumun gerçekleşmesinde ışığın ve sesin havadaki süratlerinin farklı olmasının etkisi var mıdır?” soruları sorularak öğrencilerden düşüncelerini arkadaşlarıyla paylaşmasını ister. “Seslerin işitilmesinde, ses kaynaklarının bulunduğu ortamların etkisi de önemlidir. Öyle ki ses kaynağından çıkan seslerin yayıldığı ortamların değişmesi seslerin farklı şekillerde işitilmesini sağlar. Sesin yayıldığı ortam sesin hızını da etkiler.” bilgisi verildikten sonra aşağıdaki deney yaptırılarak derse devam edilir. DENEY 1: Hangisinde Daha İyi? Malzemeler - Sıra Deneyin Yapılışı - Aynı Sınıfta 5-6 kişilik gruplar oluşturunuz. - Grubunuzdan bir kişi sıraya hafifçe vursun. Siz de kulağınızı sıraya dayayıp çıkan sesi dinleyiniz.			

3. kişi sıraya aynı şiddette tekrar vursun. Çıkan sesi bu kez kulağınızı sıraya dayamadan dinleyiniz.

Sonuç: “Hangi durumda ses daha iyi işitildi? Neden?” sorusu sorularak öğrencilerin gözlemleri hakkında yorum yapmaları istenir.

Yapılan deney sonucunda katı maddelerin tanecikleri daha yakın olduğundan ses gaz ve sıvılara göre iyi iletildiği çıkarımı yapılır. Gaz tanecikleri arasındaki boşluk çok fazla olduğundan sesin en yavaş gaz maddelerde yayıldığı söylenir.

DENEY 2:

Malzemeler

- Farklı renklerde misket

Deneyin Yapılışı

1. Geniş, pürüzsüz ve düz bir zemine dört misketi birbirine dokunacak şekilde yan yana diziniz.
2. Yeşil misketi, birbirine temas eden dört misketin bir ucuna doğru fırlatınız.
3. Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla nedenleriyle paylaşınız.

Sonuç: Yeşil misket, duran misketlere sertçe vuracak kadar hızlıysa yan yana dizilen dört misketin diğer ucundaki sarı misketin hareket ettiğini gözlemlersiniz.



Görsel 5.3.4



Görsel 5.3.5

Sesin farklı ortamlardaki süratleriyle ilgili tablo incelenerek aşağıdaki bilgiler öğrencilere verilir.

Madde	Sesin Sürati (m/sn.)	Hava Sıcaklığı (°C)
Hava	344	20
Hidrojen	1.284	20
Su	1.482	20
Bakır	3.560	20
Demir	5.130	20

Tablo 5.3.1: Sesin farklı ortamlardaki sürati

“Sesin sürati yayıldığı ortama göre değişir. Ses maddenin katı hâlinde en hızlı, gaz hâlinde ise en yavaş yayılır. Sesin aynı sıcaklıkta sıvı maddelerdeki yayılma hızı katı maddelerdeki yayılma hızından az, gaz maddelerdeki yayılma hızından fazladır.”

Yapılan deneylerle öğrencilerin dikkati konuya çekildikten sonra ödev olarak verilen aşağıdaki metin okutularak biyomimikriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım sürecinin uygulamasına geçilir.

Baykuşlar ve Hızlı Trenler

1990’da Japonya’daki trenler saatte 210 km hızla tünellerden geçerken patlama sesine benzer bir gürültü çıkarıyordu. Tren hızla giderken enerjisinin bir kısmını ses olarak yayıyordu. Neyse ki Nakatsu isimli mühendis kuş gözlemine meraklıydı ve gürültüye çözüm bulmak için tüylü dostlarını inceledi.

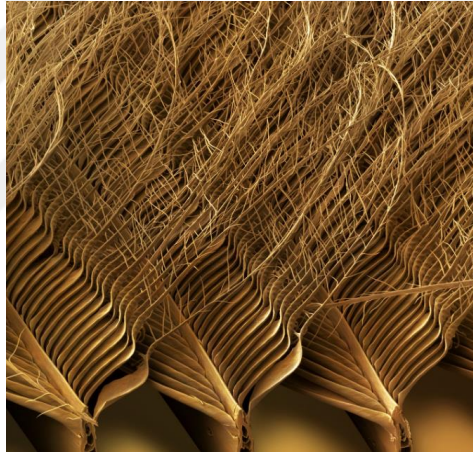
Nakatsu hızlı treni icat ederken daha sessiz ve süratli gitmesi için baykuş, penguen ve yalı çapkınından esinlendi.

Metin okunduktan sonra aşağıdaki sorular sorularak öğrencilere biyomimikri örneği ile sesin farklı ortamlardaki süratinin farklı olma özelliği kullanılarak üretilen teknolojik araçlardan bahsedilir.

1. Yukarıdaki metinde geçen problem nedir?
2. Problemi çözmek isteyen Nakatsu çözümü bu canlıların hangi özelliklerinden ilham alarak bulmuştur?
3. Araştırarak bu canlıların özellikleri ile hızlı trenin sessiz gitmesi arasındaki bağlantıyı kurunuz.

Yukarıdaki soruların cevaplarından yola çıkarak biyomimkri kavramı tekrar edilerek sesin bir enerji olduğundan bahsedilir ve sesin süratinin nelere bağlı olduğu tartışılır. Doğada benzer özellikleri kullanan canlıların olup olmadığını araştırmaları istenir. Sesin enerji olduğu ve sesin süratini kullanarak doğadan ilham alarak üretilen teknolojik araçların neler olduğu ve nasıl çalıştığının araştırılması istenir.

Nakatsu'nun hızlı treni icat ederken daha sessiz gitmesi için baykuş, penguen ve yalı çapkınından esinlendiği bilgileri verilir. Trenin ön kısmı tasarlanırken yalıçapkınının gagasından esinlenildiği gerekçeleriyle açıklanır. Baykuşların uçarken diğer kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeninin ise kanatlarındaki tüylerin özelliğiyle ilişkili olduğu söylenerek aşağıdaki fotoğraf gösterilir.



Baykuşların uçarken diğer kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni kanatlarındaki tüylerin özelliğiyle ilişkilidir. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüylere sahip olması sebebiyle bu boşlukta bulunan gaz tanecikleri oluşturdukları sesi daha az ileterek baykuşların sessiz bir şekilde uçmalarını sağlar.

Ses dalgası günümüzde böbrek taşı tedavisinde sık kullanılan yöntemlerden biridir. **Şok ses dalgalarıyla taş kırma (ESWL)** işleminde ses dalgalarının taşıdığı enerji böbrek taşlarını kırabilir. Bu yöntemle vücut dışından hastaya gönderilen şok ses

dalgaları, böbrek taşlarına çarparak onları kırar. Böbrek taşları küçük parçalara ayrılıp idrarla kolaylıkla vücuttan uzaklaştırılabilecek hâle gelir. Dış ortamdan gönderilen ses dalgalarının etkisiyle böbrek taşlarının kırılması, sesin bir enerji türü olduğunun göstergesidir.

Daha sonra öğrenciler gruplara ayrılarak aşağıdaki etkinlik kağıdı dağıtılır. Etkinlikte yer alan problem durumunun tespit edilerek ve doğadan ilham alınarak probleme çözüm bulmaları istenir. Bunun için aşağıdaki adımları takip ederek tasarım görevlerini tamamlamaları istenir.

1. Problem durumunu belirle
2. Çözümü hayal et
3. İlham kaynağı ve özelliklerini belirle
4. Planla
5. Çözümü uygulayarak model oluştur
6. İlham kaynağı ile tasarım arasındaki benzerlikleri belirle
7. Test et
8. Paylaş

TASARIM ETKİNLİĞİ: PANTOGRAF YAPIMI

Japon mühendis ve bilim insanları hızlı trenleri tasarlarken önemli bir problemle karşılaşmışlardır: Gürültü. Tren belli bir hıza ulaşıncaya kadar çıkan sesin sebebi, tekerleklerin raylar üzerindeki sürtünmesidir. Ancak trenin hızı saatte 200 km olduğunda asıl ses, trenin hava içindeki hareketinden ortaya çıkan gürültüdür. Bu gürültünün oluşmasının en belirgin sebebi ise üstteki tellerden elektrik almak için kullanılan pantograflardır. Pantograf; tren, tramvay veya trolleybüs gibi araçların çatısına monte edilen, üst katener tellerle temas yoluyla elektrik enerjisi toplamak için kullanılan bir cihazdır. Siz de yüksek süratlerde hareket eden hızlı trenin gürültüye sebep olmadan ilerleyebilmesi için üzerinde yer alan pantografı Japon mühendis ve tasarımcıların doğadaki hangi canlılardan esinlenerek tasarladığını araştırarak bir pantograf tasarlayınız.



Problem ne?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Araştırmada neler öğrendin?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın özellikleri neler?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham kaynağın nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham aldığın kaynağın özellikleri nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıdaki boşluğa yap.

Kullanacağın malzemeler:

(2 adet renkli kağıt, makas, yapıştırıcı, pipet)

Öğrencilerin gruplar halinde hayal ettikleri tasarımları model olarak yapmaları ve test ederek sonuçlarını sınıfta sunum yapmaları istenir.

DERS PLANI 4			
Dersin Adı	Fen Bilimleri	Ünite	Ses ve Özellikleri
Konu	Sesin Maddeyle Etkileşmesi	Önerilen Süre	8 saat
Kavramlar:	- Sesin yansıması - Sesin soğurulması - Ses yalıtımı - Akustik uygulamalar	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri	Soru-Cevap Tartışma Araştırma Mühendislik tasarım temelli öğretim
Kazanımlar: F.6.5.4.1. Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir. F.6.5.4.2. Sesin yayılmasını önlemeye yönelik tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder. F.6.5.4.3. Ses yalıtımının önemini açıklar. F.6.5.4.4. Akustik uygulamalarına örnekler verir. F.6.5.4.5. Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.			
Biyomimikri Uygulamaları: Yarasa ların Ekolojasyonu ve Görme Engelliler Mimar Sinan ve Eseri Süleymaniye Camisi			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen öğrencilerin önceki bilgilerini tekrar eder. Öğrencilerden daha önce istenilen malzemelerle aşağıdaki deney yapılır. DENEY Malzemeler - Metal kaşık 1 metre uzunluğundaki ip - Cetvel			

Yapılışı

1. Öğrenciler sınıf mevcuduna göre gruplara ayrılır.
2. Kaşık uzun ipin tam ortasına bağlanır. 2 arkadaş karşılıklı ipin uçlarını parmaklarına bağlar. İpin ucu kulaklarına yakın tutarak kaşık aşağıya doğru sarkar şekilde tutulur yere değmeden beklenir.
3. Gruptaki diğer öğrenci kaşığa cetvelle dokunur.

Sonuç: Kaşığa cetvelle çarptığında titreşim yapar. İp üzerinde bulunan titreşim aynı şekilde yansıtılır.

Kaşığa dışarıdan gelen bir etkileşimle ses dalgalarının nasıl yayıldığına dikkat çekildikten sonra öğrencilere aşağıdaki haber metnini okutularak biyomimikriyle zenginleştirilmiş mühendislik tasarım sürecinin uygulamasına geçilir

Yarasaların Ekolokasyonu ve Görme Engelliler

Ekolokasyon (biyosonar) yani yankıyla yön bulma yarasalar başta olmak üzere doğada birçok canlının başvurduğu bir yöntemdir. Görme engelli bazı insanlar tıpkı yarasalar gibi çevrelerini algılamak için ekolokasyondan faydalanabiliyor. Şimdi araştırmacılar günün birinde görme engelliler için faydalı bir teknik olabilecek bu süreci derinlemesine anlamaya çalışıyor. Ekolokasyonu kullanan kişilerden biri olan Daniel Kish'tir. Daniel bu işte o kadar ustalaşmış ki ağzıyla özel sesler çıkararak bir odanın krokisini çıkarabiliyor, bilmediği parkurlarda dağ bisikleti sürebiliyor. Görme engellilerin yaptığı bu olay aslında bazı hayvanlarda da görülmekte. Gece görme yeteneği çok zayıf olan yarasaların avlarını yakalamasında, denizaltında bulunan canlıların karanlık göremedikleri yerlerde bulunduklarında yönlerini bulmalarında ekolokasyondan faydalandıkları bilinmektedir.

(Bilim ve Teknik Dergisi, 2017 Kasım sayısından uyarlanmıştır)

Metin okunduktan sonra aşağıdaki sorular sorularak öğrencilere biyomimikri örneği ile sesin yansıması özelliğini kullanılarak üretilen teknolojik araçlardan bahsedilir.

1. Görme engellilerin yarasaları örnek alarak yaptığı bu ekolokasyon çalışmasını başka olaylar da kullanabilir miyiz?

2. Peki insanoğlu denizaltında karanlık olan görmediği bir yerin derinliğini ölçebilir mi?
3. Balıkçıların kullandığı sonar cihazı balık sürülerinin yerini nasıl tespit eder?
4. Tıp alanında kullanılan ultrason cihazı nasıl çalışır?
5. Bu üretilen teknolojik cihazların nerelerden ilham aldıklarını araştırınız.
6. Teknolojik aletlerin ilham aldıkları canlılarla aralarındaki benzerlikler nelerdir?

Yukarıdaki soruların cevaplarından yola çıkarak biyomimkri kavramı tekrar edilerek sesin soğurulması, yansımaları, iletilmesi kavramları tartışılır. Doğada benzer özellikleri kullanan canlıların olup olmadığını araştırmaları istenir. Sesin yansımaları, soğurulması ve iletilmesinde doğadan ilham alınarak üretilen teknolojik araçların neler olduğu ve nasıl çalıştığının araştırılması istenir.

Sesin madde ile etkileşimi ışığa benzer, yansıyabilir (yankı), soğurulabilir veya iletilebilir. Sesin bir engelle çarptığında geldiği ortama geri dönmesine **sesin yansımaları** denir. Sesin yansımaları, ışığın yansımalarına benzer. Sesin yansımalarında da yansıma kuralları geçerlidir.

Düz yüzeylerde aynı yönde yayılırken, pürüzlü yüzeylerde farklı yönlerde yayılır. Bazı teknolojik araçlar sesin yansımalarından yararlanılarak yapılmıştır. Bunlar:

- Denizin derinliğini ölçmeye yarayan teknolojik araç **sonardır**.
- İç organların gösterilmesini sağlayan **ultrason**dur.
- Deprem faylarının, maden yataklarının tespitinde de sesin yansımalarından yararlanılır.

Ses bir engelle çarptıktan sonra belirli bir süre sonra duyulmasına **yankı** denir. Yankıyı vadide, boş salonda ve koridorda hissedebiliriz. Sert, düz ve geniş alanlarda yankı daha fazla gerçekleşir. Yankıyı hissedebilmek için kaynak ile engel arasında 17 metre mesafe olmalıdır.

Sesin madde tarafından yutulmasına sesin **soğurulması** denir. Pürüzlü ve gözenekli yüzeyler sesi daha çok soğurur. Kar yağdığı zaman etrafın sesiz olması, eşya bulunan

oda da yankının olmaması, araçların egzozları, silahların susturucuları sesin soğurulmasını sağlar. Yol kenarlarına ağaç dikilmesi sesin soğurulmasını sağlayarak trafik gürültüsünü engeller.

Bu bilgiler verildikten sonra öğrencilere Mimar Sinan ile Kanuni Sultan Süleyman arasında geçen aşağıdaki hikaye okutulur.

Mimar Sinan ve Eseri Süleymaniye Camisi

Kanunî Sultan Süleyman tarafından 1550 yılında Mimar Sinan’a yaptırılan Süleymaniye Camisi’nin inşaatı külliyesi ile birlikte 1557 yılında tamamlanmıştır. 7 yıldır caminin bitmeme nedenini merak eden Sultan Süleyman, kulaktan yayılan dedikoduları da merak edip camiye teftişe gider. Mimar Sinan, caminin ortasında kubbenin altında oturmuş ve nargile içmektedir. “Koca Sinan! Bu ne hâldir?” diye sorar Sultan Süleyman.

Mimar Sinan: “Sultanım, bu nargileyi burada sırf fokurtusu için bulunduruyorum. Tütün yoktur. Üflediğimde oluşan su kabarcıklarının çıkardığı sesin kubbede ne kadar süre yayıldığını kontrol ediyorum” der.

“Sizce Mimar Sinan’ın hoparlörün olmadığı o zamanlarda sesin yansıma, soğrulma, yalıtım ve akustik özelliklerini kullanmasında hangi canlıdan esinlenmiş olabilir?” sorusunu araştırarak bir sonraki derse gelmeleri istenir. “Bir sonraki derste siz de doğadan ilham alarak sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek bir ortam tasarımı yapacaksınız. Bu tasarımı yaparken biyomimikri ve mühendislik tasarım becerileri döngüsünden yardım alacaksınız. Bu tasarımınız insanoğlunun bir problemini çözerken doğadaki canlılardan esinlenmeyi ve mühendislik tasarım becerilerini kullanmayı gerektirmelidir.” denir.

Öğrencilere kar yağdığında ortamın sessiz olmasının nedeni hakkında aşağıdaki bilgiler verilir.

“Kar buz kristallerinin bir araya gelmesiyle oluşur ve yeni yağmış kar tanelerinin yüzeyinin gözenekli yapısı karın ses dalgalarını soğurmasına imkân verir. Ses, havada basınç dalgaları oluşturarak ilerler. Bu dalgalar enerjinin çarpışmalar yoluyla

molekülden moleküle aktarılması sayesinde çok uzak mesafelere ulaşabilir. Gözenekli yapıya sahip malzemelerde ise enerjinin bir kısmı yansımak yerine malzemenin katı bölümleriyle etkileşerek soğurulur.

Karın bu özelliği yapısıyla ve yağdığı zamanla yakından ilgilidir.       zaman ve hava koşulları kar tanelerinin yüzeyinin yapısında değişikliklere neden olur. Yüzeydeki su kristalleri eriyip tekrar donduğunda kar taneleri daha sert ve pürüzsüz hale gelir ve böylece ses dalgalarını daha kolay yansıtır. Bu koşullarda ses dalgaları daha hızlı hareket eder ve ses daha net duyulur.”

Yukarıdaki metinden yola çıkararak öğrencilere aşağıdaki bilgiler verilir.

Kapalı bir ortamdaki sesin, ortamdan dışarıya ya da dışarıdaki bir sesin içeriye geçişini engellemek için yapılan uygulamalara **ses yalıtımı** denir. Ses yalıtımı için yumuşak ve gözenekli yani içerisinde hava boşlukları olan;

- Strafor (köpük),
- Pamuk,
- Sünger,
- Y n,
- Kumaş,
- Halı,
- Keçe ve cam y n  gibi malzemeler kullanılır.

Ses yalıtımı için içerisinde hava boşlukları bulunan malzemeler seçilmesinin nedeni; sesin boşlukta yayılmamasıdır. Ses boşlukta yayılamadığı için içerisinde boşluk olan malzemeleri de geçemeyecektir.

Ses yalıtımı sayesinde;

- Ev, hastane, okul ve kütüphane gibi ortamlarda istenmeyen seslerden kurtuluruz.
- Sinema, tiyatro, televizyon ve ses kayıt stüdyosu gibi mekânlarda uygun kullanım koşulları oluşturabiliriz.
- Konser salonu, eğlence mekânları, düğün salonları gibi gürültünün çok olduğu yerlerde çevreye yayılan gürültüyü azaltabiliriz.

Yeni yapıların çoğunda ses yalıtımına yönelik kaplama malzemesi, teknolojik boya, kalın ve yansımali camlar kullanılmaktadır. Bu şekilde yaşam alanları istenmeyen seslerden korunmuş olur. Gürültünün türüne ve büyüklüğüne göre ses yalıtım malzemelerinin özellikleri ve kullanım biçimleri değişebilmektedir.

Ses yalıtımına günlük hayattan örnekler;

- Araçların egzozlarına susturucu takılarak motor sesi azaltılır.
- Binalarda ses yalıtımı için strafor köpük, cam yünü, taş yünü kullanılır.
- Şehirlerde sesi azaltmak için ağaçlandırma yapılır.
- Büyük salonlarda sesin yankı yapmaması için perde ya da ses soğurucu yüzeylerle kaplanır.
- Oda içerisindeki yumuşak yüzeyli eşyalar (halı, perde, koltuk sesin yayılmasını engeller.
- Silahlardan çıkan sesin azaltılması için susturucular kullanılır.
- Tiyatro, sinema, konferans salonu gibi yerlerde ses yalıtımı yapılır.
- Binalarda dışarıdan gelen sesi engellemek için çift camlı pencereler kullanılır.
- Yine binalarda duvardan sesin geçişini engellemek için ses yalıtım malzemeleri (köpük vb.) kullanılır.
- Yollarda araç gürültüsünü engellemek için yol kenarlarına bariyerler yerleştirilir.

Sesin oluşması, yayılması, duyulması gibi özelliklerini akustik inceler. Akustik özelliğine dikkat edilen mekanlar:

- Tarihi camiler
- Tiyatro ve sinema salonları
- Amfi tiyatro
- Ses stüdyosu
- Stadyum gibi yerlerdir.

Akustikte yankı olayı istenmez.

Daha sonra öğrenciler gruplara ayrılarak aşağıdaki etkinlik kağıdı dağıtılır. Etkinlikte yer alan problem durumunun tespit edilerek ve doğadan ilham alınarak probleme

özüm bulmaları istenir. Bunun için aşağıdaki adımları takip ederek tasarım görevlerini tamamlamaları istenir.

1. Problem durumunu belirle
2. özümü hayal et
3. İlham kaynağı ve özelliklerini belirle
4. Planla
5. özümü uygulayarak model oluştur
6. İlham kaynağı ile tasarım arasındaki benzerlikleri belirle
7. Test et
8. Paylaş

TASARIM ETKİNLİĞİ: SES YALITIMLI ORTAM

Baykuşlar avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin uç özelliğıyle ilişkilidir. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüylerdir.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliğı sağlamak, yoğun yankı ve gürültüyü engellemek için ses yutucu akustik perde ve paneller tasarlanmaktadır.

Siz de doğadaki canlıların bu ve benzeri özelliklerinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı akustik bir ortam tasarlayın.

Problem ne?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz sorular neler?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tasarımın özellikleri neler?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham kaynağın nedir?

.....

.....

.....

.....

İlham aldığın kaynağın özellikleri nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Portatif oluştur. Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıdaki boşluğa yap.

Kullanacağın malzemeler:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

İlham aldığın kaynak ile tasarımın arasındaki benzer özellikler nedir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Öğrencilerin gruplar halinde hayal ettikleri tasarımları model olarak yapmaları ve test ederek sonuçlarını sınıfta sunum yapmaları istenir.

EK-C: Kontrol Grubu Ders Planları

DERS PLANI 1			
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	Ünite:	Ses ve Özellikleri
Konu:	Sesin Yayılması	Önerilen Süre:	4 saat
Kavramlar:	- Sesin katılarda yayılması - Sesin gazlarda yayılması - Sesin sıvılarda yayılması	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri:	Soru-Cevap Sunuş yoluyla anlatım
Kazanım: F.6.5.1.1. Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder.			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen öğrencileri selamladıktan sonra ses ile ilgili daha önceki senelerde işlenen bilgileri hatırlatılır. Bu üniteye işlenecek konular hakkında kısa bilgi verilir. Aşağıdaki örnekler verilerek konuya giriş yapılır. “Düşüncelerimizi ifade etmek için koşuşur, sevinirken kahkaha atar, üzülürken ağlarsın. Sabah kalkmak için saati kurarız. İş makinelerin çıkardığı seslerden rahatsız oluruz. Dans etmek için müzik açarsın. Bu gibi seslerin oluşması için taneciklerin titreşmesi gerekir. Titreşim sonucu oluşan sesler dalgalar halinde her yöne yayılır. Müzik aletlerinden çıkan seslerde titreşim sonucu oluşur.” Öğrencilere yukarıdaki bilgiler verildikten sonra aşağıdaki deneyler yapılır. DENEY 1: İP SES İLETİR Mİ? Malzemeler: 2 plastik bardak 2 metre uzunluğunda ip - Makas			

Yapılışı

5. Makas yardımıyla bardakların altını deliniz.
6. İplerin ucunu bardakların delinen kısımlarından geçiriniz.
7. Arkadaşınız bardağı ağzına dayayarak bir atasözü leşinsin, sizde elinizdeki bardağı kulağınıza dayayıp arkadaşınızın söylediğı atasözünü dinleyiniz.
8. Bardak yokken atasözünü tekrar söyleyin



Sonuç:

Ses seslenen bardaktan diğerine nasıl iletildi? sorusu sorularak yorum yapmaları istenir.

DENEY 2: Su Sesi İletir Mi?

Malzemeler:

- Su
- 2 adet orta büyüklükte taş
- Leğen

Yapılışı:

4. Taşları hava ortamında birbirine vurarak çıkan sesi dinleyiniz.
5. Leğeni su ile doldurunuz.
6. Su dolu kapta taşları birbirine vurarak çıkan sesi dinleyiniz.



Sonuç:

Sıvılar sesi iletmeseydi birbirine vurulan taşların sesini duyabilir miydik? Sorusu sorularak sesin sıvılarda yayılması hakkında yorum yapmaları istenir.

DENEY 3: Kaptaki Su Neden Titreşti?**Malzemeler:**

- Leğen
- Plastik cetvel
- Su

Deneyin Yapılışı

6. Leğenin içine su doldurunuz.
7. Cetvelin bir ucu boşta kalacak şekilde masaya yerleştiriniz.
8. Leğeni cetvelin altına cetvele değmeyecek şekilde yerleştiriniz.
9. Cetvelin boşta kalan ucunu aşağı doğru itip bırakınız.
10. Suda oluşan hareketleri gözlemleyiniz.



Sonuç: “Su yüzeyinde ne gibi bir sonu oldu?” sorusu sorularak öğrencilerin gözlemleri hakkında yorum yapmaları istenir.

Yapılan deneyler sonucunda sesin yayılabilmesi için maddesel oratama ihtiyaç olduğu çıkarımını yapar. Bu doğrultuda aşağıdaki bilgiler öğrencilere aktarılır.

“Sesin katı, sıvı ve gaz ortamlarında yayılmasına günlük yaşantımızdan birçok örnek verebiliriz. Öncelikle çevremizdeki sesleri duyabiliyor olmamız sesin bir gaz ortamı olan havada yayıldığını gösterir. Sınıfta kapı ve pencereler kapalı hâlde iken okul bahçesinde oynayan çocukların seslerini duyabilmemiz ise sesin, birer katı madde olan duvar ya da pencere camlarından geçebildiğini gösterir. Bir dere kenarından geçerken

su içindeki kurbağaların seslerini duyabiliyor olmamız da sesin suda yayılmasına örnek olarak verilebilir. “

- Sesin ortamlar arası yayılması iki taşı suyun içinde birbirine vurduğumuzda oluşan ses; önce sıvı ortamda, sonra da gaz ortamda yayılarak kulağımıza gelir. (SIVI - GAZ)
- Kapalı bir odadayken sokaktaki darbeli matkabın sesi; bize ulaşınca kadar önce gaz ortamdan, sonra katı ortamdan, en son tekrar gaz ortamdan geçer. (GAZ- KATI -GAZ)
- Birinin kapıyı tıklatmasıyla oluşan ses; önce katı ortamda, sonra gaz ortamda yayılarak kulağımıza ulaşır. (KATI-GAZ)

Yukarıdaki bilgiler verildikten sonra önce EBA da yer alan “Sesin Oluşumu ve Yayılması” adlı video izletilir daha sonra ders kitabında yer alan “neler öğrendik” kısmındaki soruları çözmeleri istenir.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=1f959f9bc34d394a94abedb65f1ef3f2&resourceTypeID=3&loc=0&locID=666786e0a2c7400152d49c51490b88af&showCurriculumPath=false

DERS PLANI 2			
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	Ünite:	Ses ve Özellikleri
Konu:	Sesin Farklı Ortamlarda Farklı Duyulması	Önerilen Süre:	6 saat
Kavramlar:	- Farklı cisimlerden üretilen sesin farklı çıkması - Aynı sesin farklı ortamlarda farklı duyulması	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri:	Soru-Cevap Sunuş yoluyla anlatım
Kazanım: F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder. F.6.5.2.2. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen öğrencileri selamladıktan sonra ses ile ilgili daha önceki hafta işlenen bilgileri hatırlatılır. Aşağıdaki görsel gösterilerek konuya giriş yapılır.			
			
Öğrencilere yukarıdaki görselle ilgili aşağıdaki sorular sorulur. - Görseldeki bebeklerin ellerindeki oyuncaklardan çıkan sesler aynı mıdır? - Bu oyuncakları suyun içinde çaldığımızda çıkan sesler aynı mıdır? - Bir davula farklı cisimlerle vurduğumuzda çıkan sesler aynı olur mu?			

Verilen cevaplardan yola çıkarak aşağıdaki bilgiler veriler.

“Çevremizde çok farklı sesler vardır. Bizler bu sesleri ayırır ve tanırız. Büyüklerimizin sesi ve arkadaşlarımızın sesini kolayca ayırt ederiz. Bize seslenen arkadaşlarımızı tanırız.” Daha sonra aşağıdaki deneyler yapılarak konuya devam edilir.

DENEY 1: Farklı Cisimlerle Farklı Sesler Üretmek

Amaç: Farklı cisimlerle farklı sesler üretildiğini kavramak.

Malzemeler: Porselen kâse, cam kâse, plastik kâse, metal kaşık.

Deneyin yapılışı:

- Cam, plastik ve porselen kâseleri yan yana koyunuz.
- Metal kaşıkla kâselere eşit şiddette vurunuz.
- Çıkan sesleri karşılaştırınız.

“Yapılan deneyde cam, plastik ve porselen kâselere metal kaşıkla aynı şiddette vurduğunuzda farklı sesler işitildiği, bu durumun sebebi farklı cisimlerle üretilen seslerin farklı olduğu vurgulanır. Cam, plastik ve porselen kâseler farklı maddelerden yapıldığı için duyduğunuz sesler de farklı olduğu, cisimlerin yapıldığı maddeler o cisimlerden çıkan sesi etkilediği” söylenir.

“Davul sesi, darbuka sesinden; piyano sesi, org sesinden farklıdır. Kuş sesi, köpeğin sesi ve insanların çıkardığı sesler de birbirinden farklıdır. Bunun sebebi ses kaynaklarının farklı olmasıdır. Metal, plastik, porselen, cam ve tahta kaplara tahta kaşıkla vurduğumuzda çıkan seslerin hepsi birbirinden farklı olacaktır. Çünkü cisimlerin yapıldığı maddeler, o maddelerden çıkan sesi etkiler. Ayrıca cam tabaklarla cam kaselerden çıkan sesler de birbirinden farklı olacaktır. Aynı maddeden yapılmalarına rağmen şekillerinin farklı olması da sesi etkileyecektir.” Daha sonra 2. deneye geçilir.

DENEY 2: Farklı Ortamlarda ki Aynı Cisimden Çıkan Sesi Dinlemek

Malzemeler: çalar saat, su dolu kap, ağzı kilitli poşet

Deneyin yapılışı:

4. Çalar saatin alarmını sınıfta çaldırınız ve çıkan sesi dinleyiniz.
5. Çalar saatin alarmını ayarlayıp saati naylon poşete koyunuz. İçindeki havayı alarak ağzını iyice bağlayınız ve çalar saati çaldırıp sesini dinleyiniz.
6. Çalar saatin alarmını ayarlayıp saati naylon poşete koyunuz. Poşetin ağzını iyice bağlayınız ve su dolu cam fanus içine yerleştiriniz. Alarmin sesini dinleyiniz.



“Ses kaynağının bulunduğu ortam değişince duyulan ses hakkında ne söyleyebilirsiniz?” sorusu sorulur ve öğrencilerden cevaplar alınarak aşağıdaki bilgiler verilir.

“Çalar saatin sesinin ortamlarda farklı duyulmasının nedeni sesin farklı ortamlarda farklı duyulmasıdır. Maddenin farklı hallerinde tanecikler arası mesafe de farklıdır. Bu durum sesin iletilme hızını da etkiler. Benzer şekilde ortamın değişmesiyle sesin şiddeti de değişir. Aynı ses bazı ortamlarda çok uzun mesafelere iletebilirken bazı ortamlarda çok kısa mesafelere iletilir. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle ses farklı iletilir.”

Yukarıda ki bilgiler verildikten sonra EBA’da yer alan “Aynı Sesin Farklı Ortamlarda Duyulması” adlı video izletilir.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=a32545648550e318c77d67cbffcb63a0&resourceTypeID=3&loc=0&locID=934124e2cd8177cf01200cee5be041e4&showCurriculumPath=false

Yapılan bu deneylerden sonra aşağıdaki bilgiler verilir.

“Ses kaynaklarının bulunduğu ortamın değişmesi sesi etkiler. İki taşı birbirine vurduğunuzda havada oluşturduğu ses ile suda oluşturduğu ses farklıdır. Ses kaynağından çıkan ses, maddesel ortam farklılaşınca farklı şekilde duyulur. Maddesel

ortamın değişmesi duyulan sesi farklılaştırır. Sesi ilerlediği ortam sesin iletim hızını da etkiler. Bazen insanlar, trenin sesini duymasa bile kulağını tren raylarına dayayarak trenin geleceğini anlar. Çünkü raylar, gaz ortama göre sesi daha hızlı iletir.”

Bilgiler verildikten sonra EBA’da yer alan “Ses Kaynakları ve Oluşturdukları Sesler” adlı video izletilir.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=fecf3a2a2021e382f007af07c97c93d4&resourceTypeID=3&loc=0&locID=934124e2cd8177cf01200cee5be041e4&showCurriculumPath=false

Bilgiler verildikten sonra ders kitabında yer alan “neler öğrendik” kısmındaki sorular çözülür.

DERS PLANI 3			
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	Ünite:	Ses ve Özellikleri
Konu:	Sesin Sürati	Önerilen Süre:	4 saat
Kavramlar:	- Sesin sürati - Sesin enerjisi	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri:	Soru-Cevap Sunuş yoluyla anlatım
Kazanım: F.6.5.3.1. Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır.			
Öğrenme- Öğretme Etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen bir önceki konularda işlediği sesin titreşimler sonucu oluştuğunu ve dalgalar halinde yayıldığını hatırlatır. “Fırtınalı havalarda şimşek çaktığında önce havanın aydınlanmasının ardından şiddetli bir ses duyulmasının sebebi nedir?” “Bu durumun gerçekleşmesinde ışığın ve sesin havadaki süratlerinin farklı olmasının etkisi var mıdır?” soruları sorularak öğrencilerden düşüncelerini arkadaşlarıyla paylaşmasını ister. “Seslerin işitilmesinde, ses kaynaklarının bulunduğu ortamların etkisi de önemlidir. Öyle ki ses kaynağından çıkan seslerin yayıldığı ortamların değişmesi seslerin farklı şekillerde işitilmesini sağlar. Sesin yayıldığı ortam sesin hızını da etkiler.” bilgisi verildikten sonra aşağıdaki deney yaptırılarak derse devam edilir. DENEY 1: Hangisinde Daha İyi? Malzemeler - Sıra Yapılışı - Sınıfta 5-6 kişilik gruplar oluşturunuz. - Grubunuzdan bir kişi sıraya hafifçe vursun. Siz de kulağınızı sıraya dayayıp çıkan sesi dinleyiniz. - Aynı kişi sıraya aynı şiddette tekrar vursun. Çıkan sesi bu kez bu kez kulağınızı sıraya dayamadan dinleyiniz. Sonuç: “Hangi durumda ses daha iyi işitildi? Neden?” sorusu sorularak öğrencilerin gözlemleri hakkında yorum yapmaları istenir.			

Öğrencilerden deney ile ilgili yorumları aldıktan sonra EBA da yer alan “Farklı Ortamlarda Sesin Sürati” isimli video izletilerek deneyin sonucu tartışılır.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=6cb9dcabc8c25aa3201d5a779489a7e7&resourceTypeID=3&loc=0&locID=3387bb61428eac5922c61e6d7a88ed1e&showCurriculumPath=false

Yapılan deney sonucunda katı maddelerin tanecikleri daha yakın olduğundan ses gaz ve sıvılara göre iyi iletildiği çıkarımı yapılır. Gaz tanecikleri arasındaki boşluk çok fazla olduğundan ses en yavaş gaz maddelerde yayıldığı söylenir.

DENEY 2:

Malzemeler

- Farklı renlerde misket

Deneyin Yapılışı:

- Geniş, pürüzsüz ve düz bir zemine dört misketi birbirine dokunacak şekilde yan yana diziniz.
- Yeşil misketi, birbirine temas eden dört misketin bir ucuna doğru fırlatınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla nedenleriyle paylaşınız.

Sonuç: Yeşil misket, duran misketlere sertçe vuracak kadar hızlıysa yan yana dizilen dört misketin diğer ucundaki sarı misketin hareket ettiğini gözlemlersiniz.



Görsel 5.3.4



Görsel 5.3.5

Sesin farklı ortamlardaki süratleriyle ilgili tablo incelenerek aşağıdaki bilgiler öğrencilere verilir.

Madde	Sesin Sürati (m/sn.)	Hava Sıcaklığı (°C)
Hava	344	20
Hidrojen	1.284	20
Su	1.482	20
Bakır	3.560	20
Demir	5.130	20

Tablo 5.3.1: Sesin farklı ortamlardaki sürati

“Sesin sürati yayıldığı ortama göre değişir. Ses maddenin katı hâlinde en hızlı, gaz hâlinde ise en yavaş yayılır. Sesin aynı sıcaklıkta sıvı maddelerdeki yayılma hızı katı maddelerdeki yayılma hızından az, gaz maddelerdeki yayılma hızından fazladır.”

Işık ve Sesin Süratlerinin Karşılaştırılması

Yağmurlu bir akşamda önce şimşegin çıktığını görürüz, sonra da gök gürültüsünü duyarız. Aynı şekilde yıldırım düştükten sonra gök gürültüsünün duyulduğunu biliyoruz. Şimşek veya yıldırımın oluşturduğu ışık çok süratli olduğu için anında fark edilir fakat seslerini daha geç işitiriz. Havai fişek atıldığında önce ışığını görürüz, sonra patlama sesini duyarız. Verilen örneklerden ışığın süratinin sesin süratinden fazla olduğunu anlayabiliriz.

Işık Sürati (yaklaşık)	300 000 000 m/sn.
Sesin Sürati (20 °C'ta)	344 m/sn.

Ses enerjisi hareket ve ısı enerjisine dönüşebilir. Kaynağından uzaklaştıkça sesin şiddeti azalır. Ses enerjisinin aktarılabilmesi için taneciklerin birbirine temas etmesi gerekir. Yandaki hoparlörden çıkan ses dalgalar halinde havada yayılır. Ses dalgaları hoparlörün önündeki mum alevinin titreşmesine sebep olur. Bu da sesin enerji olduğunu gösterir.

Sesin Bir Enerji Olduğunu Gösteren Diğer Olay veya Durumlar:

- Çok alçaktan uçan bir savaş uçağının oluşturduğu ses enerjisi, pencere camlarını kırabilir.
- Dağlarda düşük şiddetli bir ses yüzünden çığ oluşabilir.
- Böbrek taşının kırılmasında ses enerjisinden yararlanılır.
- Mikrofondaki ses enerjisi elektrik enerjisine dönüşmektedir.

Gerekli bilgiler verildikten sonra EBA da yer alan videolar izletilerek konu pekiştirilir.
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=bdf3683bef42e114abbf542e8035920&resourceTypeID=3&loc=0&locID=3387bb61428eac5922c61e6d7a88ed1e&showCurriculumPath=false
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=14192b0230ab25c20e7697dde808f034&resourceTypeID=3&loc=0&locID=3387bb61428eac5922c61e6d7a88ed1e&showCurriculumPath=false

Yukarıdaki bilgiler verildikten sonra ders kitabında yer alan “neler öğrendik” kısmını çözmeleri istenir.

DERS PLANI 4			
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	Ünite:	Ses ve Özellikleri
Konu:	Sesin Maddeyle Etkileşmesi	Önerilen Süre:	8 saat
Kavramlar:	- Sesin yansıması - Sesin soğurulması - Ses yalıtımı - Akustik uygulamalar	Öğretim Yaklaşım/ Yöntem/ Teknikleri:	Soru-Cevap Sunuş yoluyla anlatım Model oluşturma
Kazanımlar: F.6.5.4.1. Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir. F.6.5.4.2. Sesin yayılmasını önlemeye yönelik tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder. F.6.5.4.3. Ses yalıtımının önemini açıklar. F.6.5.4.4. Akustik uygulamalarına örnekler verir. F.6.5.4.5. Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.			
Öğrenme- öğretme etkinlikleri GİRİŞ Derse gelen öğretmen öğrencilerin önceki bilgilerini tekrar eder. Öğrencilerden daha önce istenilen malzemelerle aşağıdaki deney yapılır. DENEY 1 Malzemeler - Metal kaşık 1 metre uzunluğundaki ip - Cetvel Yapılışı - Öğrenciler sınıf mevcuduna göre gruplara ayrılır.			

2. Kaşık uzun ipin tam ortasına bağlanır. 2 arkadaş karşılıklı ipin uçlarını parmaklarına bağlar. İpin ucu kulaklarına yakın tutarak kaşık aşağıya doğru sarkar şekilde tutulur yere değmeden beklenir.
3. Gruptaki diğer öğrenci kaşığa cetvelle dokunur.

Sonuç: Kaşığa cetvelle çarptığında titreşim yapar. İp üzerinde bulunan titreşim aynı şekilde yansıtır.

Kaşığa dışarıdan gelen bir etkileşimle ses dalgalarının nasıl yayıldığına dikkat çektikten sonra aşağıdaki bilgiler verilir.

“Sesin madde ile etkileşimi ışığa benzer, yansiyabilir (yankı), soğurulabilir veya iletilebilir. Sesin bir engele çarptığında geldiği ortama geri dönmesine sesin yansıması denir.

Sesin yansıması, ışığın yansımasına benzer. Sesin yansımasında da yansıma kuralları geçerlidir.

Düz yüzeylerde aynı yönde yayılırken, pürüzlü yüzeylerde farklı yönlerde yayılır.

Bazı teknolojik araçlar sesin yansımasından yararlanılarak yapılmıştır.

- Denizin derinliğini ölçmeye yarayan teknolojik araç sonardır.
- İç organların gösterilmesini sağlayan ultrasondur.
- Deprem faylarının, maden yataklarının tespitinde de sesin yansımadan yararlanılır.

Ses bir engele çarptıktan sonra belirli bir süre sonra duyulmasına yankı denir. Yankıyı vadide, boş salonda ve koridorda hissedebiliriz. Sert, düz ve geniş alanlarda yankı daha fazla gerçekleşir. Yankıyı hissedebilmek için kaynak ile engel arasında 17 metre mesafe olmalıdır.

Gerekli bilgiler verildikten sonra EBA da yer alan videolar izletilerek konu pekiştirilir.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=67065acced8282981ce897b95a8ee665&resourceTypeID=3&loc=0&locID=c760f0b82a95cba9b444c04f4001ef38&showCurriculumPath=false
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=72388a8cb54a5822a157eeac3c005c7d&resourceTypeID=3&loc=0&locID=c760f0b82a95cba9b444c04f4001ef38&showCurriculumPath=false

Sesin madde tarafından yutulmasına sesin soğurulması denir. Pürüzlü ve gözenekli yüzeyler sesi daha çok soğurur. Kar yağdığı zaman etrafın sesiz olması, eşya bulunan oda da yankının olmaması, araçların egzozları, silahların susturucuları sesin soğurulmasını sağlar. Yol kenarlarına ağaç dikilmesi sesin soğurulmasını sağlayarak trafik gürültüsünü engeller. Öğrencilere kar yağduğunda ortamın sessiz olmasının nedeni hakkında aşağıdaki bilgiler verilir.

“Kar buz kristallerinin bir araya gelmesiyle oluşur ve yeni yağmış kar tanelerinin yüzeyinin gözenekli yapısı karın ses dalgalarını soğurmasına imkân verir. Ses, havada basınç dalgaları oluşturarak ilerler. Bu dalgalar enerjinin çarpışmalar yoluyla molekülden moleküle aktarılması sayesinde çok uzak mesafelere ulaşabilir. Gözenekli yapıya sahip malzemelerde ise enerjinin bir kısmı yansımak yerine malzemenin katı bölümleriyle etkileşerek soğurulur.

Karın bu özelliği yapısıyla ve yağdığı zamanla yakından ilgilidir. Çünkü zaman ve hava koşulları kar tanelerinin yüzeyinin yapısında değişikliklere neden olur. Yüzeydeki su kristalleri eriyip tekrar donduğunda kar taneleri daha sert ve pürüzsüz hale gelir ve böylece ses dalgalarını daha kolay yansıtır. Bu koşullarda ses dalgaları daha hızlı hareket eder ve ses daha net duyulur.”

Gerekli bilgiler verildikten sonra EBA da yer alan videolar izletilerek konu pekiştirilir.
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=5b5ce5b4b39eb7e51a2d095168415ad7&resourceTypeID=3&loc=0&locID=c760f0b82a95cba9b444c04f4001ef38&showCurriculumPath=false

Yukarıdaki bilgiler verildikten sonra aşağıdaki deney yapılır.

DENEY 2

Malzemeler

- Sıra (2 adet)
- Sünger
- Kitap
- Metal parçası
- Kumaş parçası

Deneyin Yapılışı

1. Sınıfınızda 5-6 kişilik gruplar oluşturunuz.
2. İki adet sırayı, kısa kenarları birbirine temas edecek şekilde yaklaştırınız.
3. Grup arkadaşlarınızdan biri, sıranın bir ucuna kulağını dayasın. Gruptan bir başkası, birleştirilmiş sıraların diğer ucuna hafif şiddetle vursun.
4. Bu işlemi gruptaki diğer arkadaşlarınızla birlikte tekrar ediniz. Çıkan sesi dinleyiniz.
5. İki sıra arasına hangi malzemeyi koyarsanız sesin yayılmasını en fazla önleyebilirsiniz? Tahmin ediniz.
6. Bu malzemeleri sırasıyla iki sıra arasına yerleştiriniz. Grup arkadaşlarınızdan biri sıranın bir ucuna kulağını dayasın. Gruptan bir başkası, birleştirilmiş sıraların diğer ucuna hafif şiddetle vursun. Bu işlemi gruptaki diğer arkadaşlarınızla birlikte tekrar ediniz. Çıkan sesi dinleyiniz.

Sonuç: “Hangi maddeler sesin yayılmasını daha çok önledi?” “Ses yalıtımı için hangi malzemelerin kullanılması daha uygun olur?” soruları sorularak aşağıdaki gerekli bilgiler verilir.

Kapalı bir ortamdaki sesin, ortamdaki dışarıya ya da dışarıdaki bir sesin içeriye geçişini engellemek için yapılan uygulamalara ses yalıtımı denir. Ses yalıtımı için yumuşak ve gözenekli yani içerisinde hava boşlukları olan;

- Strafor (köpük),
- Pamuk,
- Sünger,
- Yün,

- Kumaş,
- Halı,
- Keçe ve cam yünü gibi malzemeler kullanılır.

Ses yalıtımı için içerisinde hava boşlukları bulunan malzemeler seçilmesinin nedeni; sesin boşlukta yayılmamasıdır. Ses boşlukta yayılamadığı için içerisinde boşluk olan malzemeleri de geçemeyecektir.

Ses yalıtımı sayesinde;

- Ev, hastane, okul ve kütüphane gibi ortamlarda istenmeyen seslerden kurtuluruz.
- Sinema, tiyatro, televizyon ve ses kayıt stüdyosu gibi mekânlarda uygun kullanım koşulları oluşturabiliriz.
- Konser salonu, eğlence mekânları, düğün salonları gibi gürültünün çok olduğu yerlerde çevreye yayılan gürültüyü azaltabiliriz.

Yeni yapıların çoğunda ses yalıtımına yönelik kaplama malzemesi, teknolojik boya, kalın ve yansımali camlar kullanılmaktadır. Bu şekilde yaşam alanları istenmeyen seslerden korunmuş olur. Gürültünün türüne ve büyüklüğüne göre ses yalıtım malzemelerinin özellikleri ve kullanım biçimleri değişebilmektedir.

Ses yalıtımına günlük hayattan örnekler;

- Araçların egzozlarına susturucu takılarak motor sesi azaltılır.
- Binalarda ses yalıtımı için strafor köpük, cam yünü, taş yünü kullanılır.
- Şehirlerde sesi azaltmak için ağaçlandırma yapılır.
- Büyük salonlarda sesin yankı yapmaması için perde ya da ses soğurucu yüzeylerle kaplanır.
- Oda içerisindeki yumuşak yüzeyli eşyalar (halı, perde, koltuk sesin yayılmasını engeller.
- Silahlardan çıkan sesin azaltılması için susturucular kullanılır.
- Tiyatro, sinema, konferans salonu gibi yerlerde ses yalıtımı yapılır.
- Binalarda dışarıdan gelen sesi engellemek için çift camlı pencereler kullanılır.
- Yine binalarda duvardan sesin geçişini engellemek için ses yalıtım malzemeleri (köpük vb.) kullanılır.

- Yollarda araç gürültüsünü engellemek için yol kenarlarına bariyerler yerleştirilir.

Sesin oluşması, yayılması, duyulması gibi özelliklerini akustik inceler. Akustik özelliğine dikkat edilen mekanlar:

- Tarihi camiler
- Tiyatro ve sinema salonları
- Amfi tiyatro
- Ses stüdyosu
- Stadyum gibi yerlerdir.

Akustikte yankı olayı istenmez.

Konular pekiştirilmek için aşağıdaki videolar izletilir.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=fb5af4c4852c0420a0c6f70e427e04c&resourceTypeID=3&loc=0&locID=c760f0b82a95cba9b444c04f4001ef38&showCurriculumPath=false

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1014/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=867c2045ba0a9cffc5a5355d131852b0&resourceTypeID=3&loc=0&locID=c760f0b82a95cba9b444c04f4001ef38&showCurriculumPath=false

Yukarıdaki bilgiler verildikten sonra öğrencilerden sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yaparak sınıfa getirmeleri istenir.

Ders sonunda kitapta yer alan “ünite sonu değerlendirme testi” çözülür.

EK-D: Biyomimikri Farkındalık Anketi (BFA)

BİYOMİMİKRI FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrencimiz;

Bu çalışma, doğadan ilham alarak tasarım yapma anlamına gelen “biyomimikri” kavramı ile ilgili farkındalığınızı tespit etmek için planlanmıştır. Tez araştırmamda kullanacağım “Biyomimikri Farkındalık Anketi” ni eksiksiz doldurarak çalışmaya katkı sunmanızı rica ediyorum. Ölçeği doldururken sizce biyomimikri ile tasarlanmış ürünlerin ilham aldığı canlı çeşidinin hangisi olabileceğini işaretleyiniz.

Bu çalışmanın sonuçları, bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Teşekkürler.

Esra GÖKÇE

Biyomimikri ile tasarlanmış ürün	İlham alınan canlı			
1. Robotik Planör	Albatros Kuşunun Uçması ☐	Sincabın Ağaçtaki Hareketi ☐	Penguenin Yürümesi ☐	Kertenkelenin Sürünmesi ☐
2. Rüzgâr Türbini	Ağaç Dallarının Şekli ☐	Kambur Balının Yüzgeç Şekli ☐	Sarmaşığın Dallaması ☐	Denizanasının Şekli ☐
3. Duvara Tırmanma Aparatı (Gekkomat)	Salyangozun Kabuğu ☐	Kertenkelenin Ayaklarının Şekli ☐	Deniz Anasının Yüzmesi ☐	Midyenin kabuğu ☐
4. Kimyasal Madde Algılayan Sensörler	Hamam Böceğinin Kabuğu ☐	Bukalemunun Renk Değiştirmesi ☐	Sineğin Göz Şekli ☐	Hindinin Başının Kızarması ☐
5. Kendi Kendine Temizleyen Boya	Nilüfer Çiçeğinin Üzerinde Su Damlasının Durması ☐	Orkidenin Yılın Bazı Zamanlarda Açması ☐	Gülün Dikeni ☐	Kaktüsün Dikeni ☐
6. Deniz Altı	Mürekkep Balığının Yüzüşü ☐	Nautilus Canlısının Kabuk Şekli ☐	Ahtapotun Yüzüşü ☐	Deniz Yıldızının Sudaki Hareketi ☐
7. Eyfel Kulesi	Zürefanın Boyu ☐	Sarmaşık Bitkisinin Duvara Tutunması ☐	Uyluk Kemisinin Şekli ☐	Bambu Bitkisinin Dallar ☐
8. Bagger Kazı Aracı	Ağaç Kakanın Gagası ☐	Tırtılın Hareket Etme Şekli ☐	Köstebeğin Toprak Altındaki Hareketi ☐	Salyangozun Kabuk Şekli ☐
9. Kendi Kendini Dolduran Şişe	Kurbağanın Derisinin Nemli Olması ☐	Karanlık Böceğinin Havadaki Nemi Algılaması ☐	Kertenkelenin Ayaklarının Yüzeyi Algılaması ☐	Kaplumbağanın Kabuğunun Sertliği ☐
10. Oluklu Mukavva	Kaplumbağa Kabuğunun Şekli ☐	Deniz Anasının Şekli ☐	İstiridyenin Kabuk Şekli ☐	Deve Hörgücü ☐

11. Güneş Paneli	Sinek Gözleri ☐	Ceylanın Gözleri ☐	Timsah Gözleri ☐	Şahin Gözleri ☐
12. Asma Köprüler	Yosunun Sudaki Şekli ☐	Sarmaşığın Duvara Tutunması ☐	Balının Yüzgeçleri ☐	Kasların Bağlantı Noktaları ☐
13. Kar Ayakkabısı	Kedi Ayakları ☐	Kar Tavşanı Ayakları ☐	Kutup Ayısı Ayakları ☐	Akrep Ayakları ☐
14. Gözlem Evi Teleskobu	Karınca Gözlerinin Şekli ☐	Örümcek Ağının Şekli ☐	Arı Peteğinin Şekli ☐	Kuş Yuvalarının Şekli ☐
15. Jet Uçakları	Şahinin Uçuşu ☐	Mürekkep Balığının Yüzüşü ☐	Yarış Atının Koşuşu ☐	Yarasanın Uçuşu ☐
16. Sonar	Fokun Yüzüşü ☐	Deniz Anasının Yüzüşü ☐	Yılan Balığının Yüzüşü ☐	Yunusun Yüzüşü ☐
17. Helikopter	Arının Uçuşu ☐	Sivri Sineğin Uçuşu ☐	Yusufçuk Böceğinin Uçuşu ☐	Kelebeğin Uçuşu ☐
18. Radar	Yarasanın Gece Uçuşu ☐	Ahtapotun Yüzüşü ☐	Ay Çiçeğinin Güneşi Takip Etmesi ☐	Yılbaşı Çiçeğinin Senede Bir Kez Açması ☐
19. Isı Yalıtım Sistemi	Eider Ördeğinin Tüylerinden Yuva Yapımı ☐	Kuş Yuvalarının Dallardan Oluşması ☐	Timsahların Yumurtalarını Toprağa Gömmesi ☐	Arıların Balları Peteklere Doldurması ☐
20. Yüzey Kaplama Malzemesi	Kırankatlı Böceğin Kanat Yapısı ☐	Sineğin Gözleri ☐	Gülün Gonca Hali ☐	Papatyanın Yaprakları ☐

EK-E: Günlük Yaşamla İlişkilendirme Testi (GYİT)

GÜNLÜK YAŞAMLA İLİŞKİLENDİRME ÖLÇEĞİ

Tez araştırmamda kullanacağım “Günlük Yaşamla İlişkilendirme Ölçeği” ni eksiksiz doldurarak çalışmama katkı sunmanızı rica ediyorum. Aşağıdaki ankette bulunan cümleleri okuyunuz. Size göre Doğru olduğunu düşündüğünüz cümlelerin karşısındaki "D" harfini, Yanlış olduğunu düşündüğünüz cümlelerin karşısındaki "Y" harfini, her hangi bir şey bilmediğiniz cümlelerin karşısındaki "B" harfini “X” işareti ile işaretleyiniz.

Esra GÖKÇE

Doğru: D Yanlış: Y Bilmiyorum: B

	D	Y	B
1.Ambulansı görmesek bile bize yaklaştığını veya uzaklaştığını anlayabiliriz.			
2.Tüm kapı ve pencereler kapalıyken dışarıdaki inşaat sesini duyabiliriz.			
3. Telli müzik aletlerinden (bağlama, gitar, kemençe vb.) çıkan sesler aynı işitilir.			
4. Arkamızdan seslenen kişiyi görmediğimizde kim olduğunu anlayamayız.			
5. Denizde dalış yaptığınızda size seslenen kişinin sesinin farklı işitiriz.			
6. Trenin geldiğini görmesekte kulağımızı raylara dayadığımızda sesini işitebiliriz.			
7.Güneşten gelen patlama sesleri bizleri rahatsız edebilir.			
8.Havai fişek patladığında şekli gördükten sonra sesini duyarız.			
9.Dağlarda çok ses yaptınız da çığ düşer.			
10. Boş bir odada konuştuğumuzda ses tekrar bize gelebilir.			
11. Banyoda şarkı söylediğimizde sesimiz daha güzel duyulur.			
12. Yüksek sesli ortamda çalışanlar kulaklık takar.			
13. Kar yağdığında ortam sessizleşir.			
14.Tiyatro sahnelerinde mikrofon kullanılmamasına rağmen sesleri anlayabiliriz.			
15.Hoparlör icat edilmeden önce camilerde ses duyulmazdı.			
16.Alışveriş merkezlerinde sinema salonlarının bulunduğu katta çok fazla ses duyulur.			
17.Pencereler kapandığında dışarıdan gelen ses miktarında değişim olmaz.			
18.Kardeşimizin odada konuştuğunu yan odada konuştuğundan farklı işitiriz.			
19.Yol kenarına dikilen ağaçlar sesin binalara gitmesini engeller.			
20.Ders zili koridor ve sınıfta farklı duyulur.			
21.Hızlı tren çok süratli gitmesine rağmen sesiz hareket eder.			
22.Yarasalar sesin yansması sayesinde yollarını bulurlar.			
23.Yunuslar balık sürülerinin yerlerini çıkardıkları seslerin suda yayılmasıyla bulur.			
24. Böbrek taşları sesin enerjisinden yararlanarak tedavi edilebilir.			
25. Radarların çalışma prensibi ses dalgalarıyla ilgilidir.			

EK-F: Biyomimikri Tutum Ölçeği (BTÖ)

BİYOMİMİKİRİ TUTUM ÖLÇEĞİ

Bu çalışma, doğadan ilham alarak tasarım yapma anlamına gelen “biyomimikri” kavramı ile ilgili tutumunuzu tespit etmek için planlanmıştır. Tez araştırmamda kullanacağım “Biyomimikri Tutum Ölçeği” ni eksiksiz doldurarak çalışmamıza katkı sunmanızı rica ediyorum.

Ölçek maddelerini ‘Hiç Katılmıyorum’, ‘Katılmıyorum’, ‘Kararsızım’, ‘Katılıyorum’, ‘Kesinlikle Katılıyorum’ ifadelerinden sizce en uygun olanı seçerek işaretleyebilirsiniz. Bu çalışmanın sonuçları, bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Teşekkürler.

Esra GÖKÇE

İfadeler	Hiç Katılmıyorum (1)	Katılmıyorum (2)	Kararsızım (3)	Katılıyorum (4)	Kesinlikle Katılıyorum (5)
1.Biyomimikri konuları ilgimi çeker.					
2.Biyomimikri alanındaki yenilikler izlemek için doğru yoldur.					
3. Gerçek hayat, teknolojik yenilikler için iyi bir başlangıç noktasıdır.					
4. Doğadaki canlıların özellikleri teknolojik gelişmelere katkı sağlar.					
5. Doğada bulunan canlıların özellikleri insanların hayal gücüne ve yaratıcılığına katkı sağlar.					
6. Biyomimikri ile ilgili gelişmeleri yakından takip ederim.					
7. Biyomimikri ile hayatta karşılaştığımız problemlere çözüm bulabiliriz.					
8. İnsanoğlu kendi yaşamındaki sürdürülebilirliği için doğanın sürdürülebilirliğinden ilham almalıdır.					
9. Arkadaşlarımla biyomimikri uygulamaları hakkında konuşmaktan hoşlanırım.					
10. Biyomimikri ile ilgili kitap/dergi okumaktan hoşlanırım.					
11. Okulda biyomimikri ve uygulamaları ile ilgili bir dersim olsun isterim.					
12. Biyomimikri örnekleri vermek hoşuma gider.					
13. Organizmaların nasıl çalıştığını anlayarak sorunlara çözüm bulamayız .					

14. Doğadan ilham almak teknolojiyi olumlu yönde etkiler.					
15.-Biyomimikrinin teknolojinin gelişimine etkisi yoktur .					
16. Okulda biyomimikri ile ilgili sosyal kulübe katılmak isterim.					
17. Okulda yapılacak olan biyomimikri projelerine katılmak hoşuma gider.					
18. Canlılardan ilham alarak yeni tasarımlar oluşturmak hoşuma gider.					
19. Biyomimikri konularına çalışırken canım sıkılır.					
20. Diğer konulara göre biyomimikri konuları daha ilgi çekicidir.					
21. Doğadan ilham alınarak tasarlanan ürünlerin nasıl yapıldığını merak ederim.					
22. Biyomimikri ile ilgili günlük hayattan örnekler verebilirim.					
23. Doğadan ilham alarak tasarım yapmayı öğrenmek hoşuma gider.					
24. Derslerin biyomimikri örnekleriyle işlenmesi hoşuma gider.					

EK-G: STEM Tutum Ölçeği (STÖ)

Sevgili öğrenciler, Bu ölçek sizin Fen Bilimleri dersine yönelik STEM'e ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Burada belirteceğiniz görüşler yalnızca araştırma amacıyla kullanılacak ve sonuçlar tüm grubun yanıtları göz önüne alınarak değerlendirilecektir. Bu araştırmanın güvenilirliği için gerçek düşüncelerinizi belirtmeniz özel bir önem taşımaktadır. **Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve her biri için tek yanıt veriniz. Vereceğiniz bu yanıtlar bilimsel bir çalışma için kullanılacak ve başka kişiler ile paylaşılmayacaktır.**

Bu çalışmaya yaptığınız katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Yönerge: Aşağıdaki sayfalarda ifadelere dair listeler bulunmaktadır. Lütfen kendinizi her bir ifade ile ilgili nasıl hissettiğinizi cevap kağıdı üzerinde işaretleyerek belirtin.

Örneğin:

	Kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
Örnek 1: Mühendisliği seviyorum.	☐	☐	☐	☐	☐

Cümleyi okuyunca buna katılıp katılmadığınızı bileceksiniz. Bu ifadeye ne ölçüde katıldığınızı tanımlayan yuvarlağı işaretleyin. Bazı ifadeler birbirine çok benziyor olsa da lütfen bütün ifadeler için ilgili cevabı işaretleyin. Bu seçeneklerin işaretlenmesi zaman açısından ölçülmemektedir; hızlı ancak dikkatli bir şekilde çalışın.

Hiçbir şekilde "yanlış" ya da "doğru" cevap seçenekleri söz konusu değildir! Tek doğru yanıt sizin için doğru olan yanıttır. Mümkün olduğu noktada sizin başınız gelmiş olabilecek durumların sizin tercihte bulunmanıza yardım etmesine izin verin. **Lütfen her soru için bir cevabı işaretleyin.**

MATEMATİK

	Kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Matematik benim en kötü olduğum derstir.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Matematiğin kullanıldığı bir kariyeri seçmeyi düşünebilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Matematik benim için zor.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Matematikte başarılı olabilecek bir öğrenciyim.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak matematikle başa çıkamıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Matematik konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Matematikte iyi notlar alabilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Matematikte iyiyim.	☐	☐	☐	☐	☐

FEN

	Kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1.Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Okuldan mezun olduğumda fen'i kullanmayı umut ediyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.	☐	☐	☐	☐	☐

5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Hayatımdaki çalışmalarda, fen benim için önemli olacak.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak fenle başa çıkamıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Fen konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐

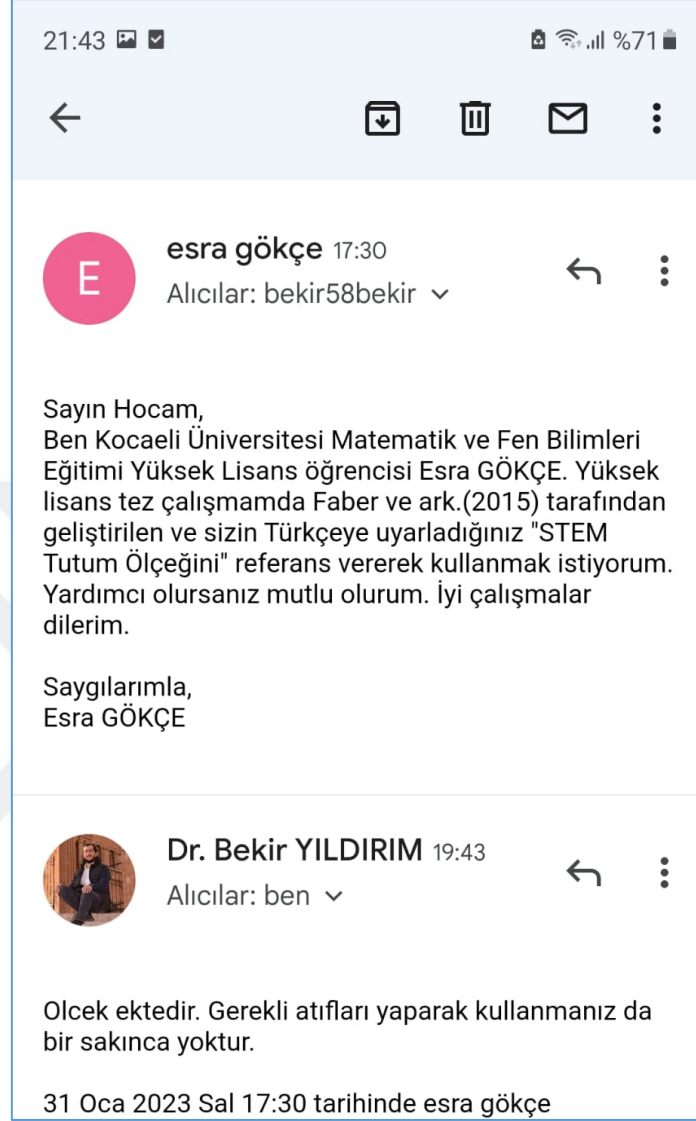
MÜHENDİSLİK

	Kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Yeni ürünlerin üretildiğini hayal etmek hoşuma gidiyor.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Mühendisliği öğrenirsem, insanların günlük yaşamlarında şeyleri kullandığı geliştirebilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Bir şeyleri oluşturmak ve onları tamir etmekte iyiyim.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Makinelerin nasıl çalıştığı ile ilgiliyim.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Ürünler veya yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Elektronik eşyaların nasıl çalıştığı konusunda meraklıyım.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Yaratıcılık ve yeniliği gelecekteki çalışmalarında kullanmak isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı tanıyacak.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum	☐	☐	☐	☐	☐

21. YÜZYILIN YETENEKLERİ

	Kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Diğer bireylere bir hedefe ulaşmalarında liderlik edebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Diğer bireyleri ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için cesaretlendirebileceğime inanıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Yüksek kalitede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Akranlarımla farklılıklarına karşı saygılı davranacağımın eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Akranlarıma yardım edebileceğime eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımın eminim	☐	☐	☐	☐	☐
7. İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐

EK-H: STEM Tutum Ölçeği Kullanım İzni



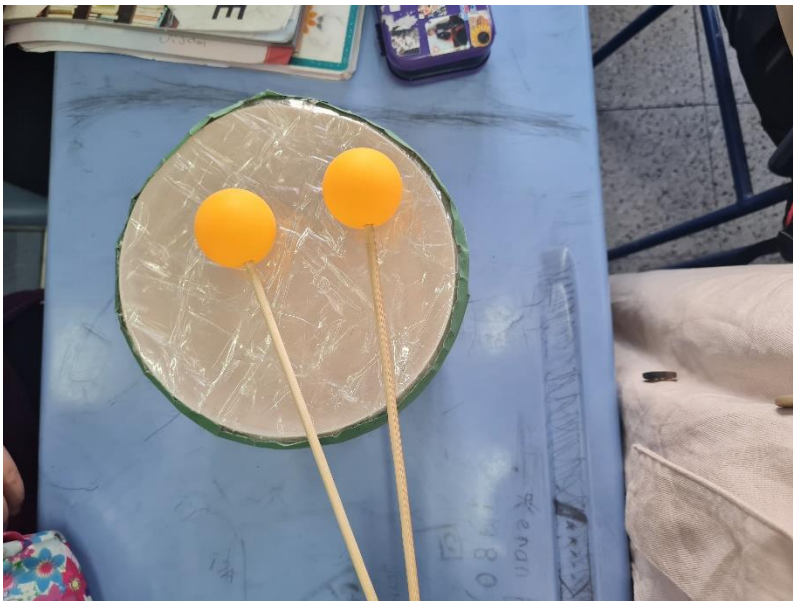
EK-I: Deney Grubu Öğrencileri ve Tasarımlarına Ait Bazı Fotoğraflar













EK-J: Deney Grubu Öğrencilerinin Etkinlik Kağıtlarından Bazı Örnekler

ETKİNLİK: ZİRVEYE DOĞRU

Yüksek dağlarda ki koşullar serttir. En yüksek zirvelerle mücadele eden dağcılar bu zorlu tırmanışlarını gerçekleştirmek için özel buluşlara ihtiyacı vardır. Dağcılar bulutlardan dolayı kötü görüş mesafesine sahiptir. Bu nedenle düşebilir veya kaybolabilirler. Bulutlarla kaplı alanlarda düşmemek ve kaybolmamak için teknolojik aletler kullanmaktadırlar.

O zaman bir dağcı olduğunu ve bu kötü görüş problemini çözmek için kendi tırmanış ekipmanını tasarla.

1. Tasarımın özellikleri neler?

Sansörle sesi yayma

2. İlham kaynağı nedir?

Dağlardaki çekimeler

3. İlham aldığı kaynağın özellikleri nedir?

İkhanlık mağnalandaki çekimeler etrafında ses yansıması
geni çalmasıyla göre çıkışı bulur

4. İlham aldığı kaynak ile tasarım arasındaki benzer özellikler nedir?

Sisli görünmeyen alanlarda ses dalgası yansıtarak engeller
fark edilir.

5. Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıda ki boşluğa yap.



akıllı bileklikten ses dalgası
yayılır

6. Kullanacağı malzemeler

Akıllı sensörlü saat

ETKİNLİK: ZİRVEYE DOĞRU

Yüksek dağlarda ki koşullar serttir. En yüksek zirvelerle mücadele eden dağcılar bu zorlu tırmanışlarını gerçekleştirmek için özel buluşlara ihtiyacı vardır. Dağcılar bulutlardan dolayı kötü görüş mesafesine sahiptir. Bu nedenle düşebilir veya kaybolabilirler. Bulutlarla kaplı alanlarda düşmemek ve kaybolmamak için teknolojik aletler kullanmaktadırlar.

O zaman bir dağcı olduğunu ve bu kötü görüş problemini çözmek için kendi tırmanış ekipmanını tasarla.

1. Tasarımın özellikleri neler?

Sesi titreştirerek
göndermesi

2. İlham kaynağı nedir?

Bambu balinalar

3. İlham aldığın kaynağın özellikleri nedir?

Bambu balinalar diğer canlıları bulmak için ses
dalgası gönderir

4. İlham aldığın kaynak ile tasarım arasındaki benzer özellikler nedir?

Tasarımın da ses dalgası göndererek uyarı
verir. Balinalarla benzer

5. Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıda ki boşluğa yap.



Engel
ses engeli çarpıp
geri gelir

6. Kullanacağın malzemeler

Ses gönderip engeli çarpınca ekranda görünür
ekran

ETKİNLİK: ZİRVEYE DOĞRU

Yüksek dağlarda ki koşullar serttir. En yüksek zirvelerle mücadele eden dağcılar bu zorlu tırmanışlarını gerçekleştirmek için özel buluşlara ihtiyacı vardır. Dağcılar bulutlardan dolayı kötü görüş mesafesine sahiptir. Bu nedenle düşebilir veya kaybolabilirler. Bulutlarla kaplı alanlarda düşmemek ve kaybolmamak için teknolojik aletler kullanmaktadırlar.

O zaman bir dağcı olduğunu ve bu kötü görüş problemini çözmek için kendi tırmanış ekipmanını tasarla.

1. Tasarımın özellikleri neler?

Sesi dalgalar halinde iletmesi

2. İlham kaynağın nedir?

Yunuslar

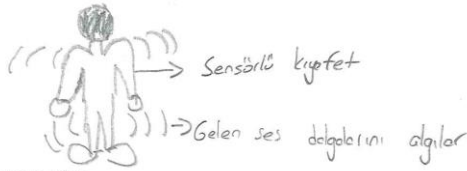
3. İlham aldığın kaynağın özellikleri nedir?

Sesi yansıtarak önündeki yiyecekleri tespit etme

4. İlham aldığın kaynak ile tasarım arasındaki benzer özellikler nedir?

İbide sesi yansıtır

5. Tasarımın nasıl görünecek? Çizimini aşağıda ki boşluğa yap.



6. Kullanacağın malzemeler

Sesli cihazı özel kıyafet sesi yansıtır
gei gelince titreşir.

ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı:

DAVUL

Nasıl çalınıyor?

Uyarak

Hangi malzemeden yapılmış?

İçi dolu ve baş obn kollar

Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?

Evet çıkar

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Ağaç kokonlar Ağaç farklı yerlerde uyarak farklı sesler çıkarır

ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı:

Sallanmalı çalgı aleti

Nasıl çalınıyor?

Aleti sallayarak çalınıyor.

Hangi malzemeden yapılmış?

karton, boncuklar, bant

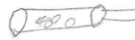
Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?

Evet çok sallarsan çok çok sallarsan çok yüksek

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Bu ~~canlılar~~ olukluklarda sıcağın yiyecekleri

Sallayarak iwindelerinin bulundukları kolların sesleri
güne orkani topolar



ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı: Şişon Balon.

Nasıl çalınıyor?

Balonun üstünden sonra ağzını bacağı ile sıkıştırarak.

Hangi malzemeden yapılmış?

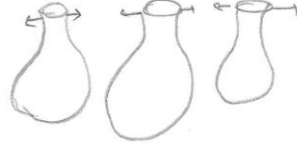
Bir tane fazla balon.

Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?

Evet çıkartabilir, baskıya göre.

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Kunbşoların kendi boğunlarını şişirip
tenlerini ve diğer kunbşoları etkilemek
için farklı nefesini bırakıp ses çıkarırlar.



ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı:

Dövl

Nasıl çalıyor?

2 tane tokmağı ile tavullara vurarak.

Hangi malzemeden yapılmış?

Karton taş
yogurt kavanozı

Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?

Evet ne kadar güçlü mü olurdu çok güzel

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Sincapların yiyecek bulması
ve karıncaaları.



farklı ses çıkması
gerekir.

ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı:

Gıngırak

Nasıl çalınıyor?

Alet sallandıkça içindeki taşlar etrafa çarpar
ses çıkartır.

Hangi malzemeden yapılmış?

Küçük kaplar taşlar yapıştırıcı

Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?



Evet az sallarsak az çak sallarsak çok
ses yapar.

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Aligatör timsahlar

Suda kuyruk salladıkça ses oluşturur.

ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı: Küçük Yaylı
Kemençe

Nasıl çalışıyor?

~~Teller~~ Farklı kalınlıklara sahip
tellerin titreşmesiyle ses çıkarıyorlar.

Hangi malzemeden yapılmış?

Karton Farklı kalınlıklarda teller.
Lastik
Yapıştırıcı

Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?

Kullanılan farklı kalınlıklara sahip teller
farklı şekilde titreşerek yüksek ve düşük
düzeyde sesleri çıkartıyor.

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Kambur balinalar diğerleri ile iletişime
geçmek için inleme, tıklama gibi sesleri
çıkartarak farklı söyler.

Ses tellerini kullanma şekilleri ses
düzeyini belirtir.

ETKİNLİK 2: BİRAZ GÜRÜLTÜ ZAMANI

Burada kendi müzik aletini tasarla.

Müzik aletinin adı:

Gitor

Nasıl çalınıyor?

Telleri titreştirerek

Hangi malzemeden yapılmış?

İstiklerden

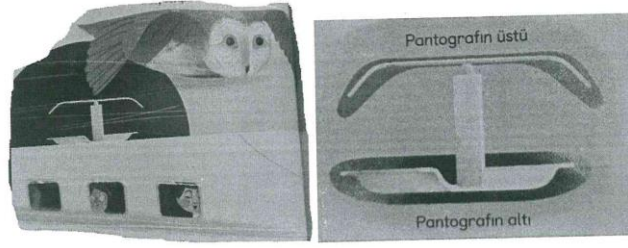
Düşük ve yüksek sesleri çıkartabilir mi?

Hayır çok yüksek çıkıyor

Örnek aldığın canlının adı ve özellikleri

Deniz sergardonlarının sesi titreştirerek
farklı ses türlerini çıkarmaları
Gitorun telleri de titreşir

ETKİNLİK 3: SIRA SENDE!!!!



Birlikte bir pantograf tasarlayalım.

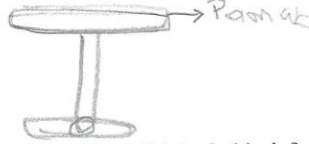
1. Hangi problem çözümü için pantograf tasarlayacaksın?

*Çok ses çıkaran araçlar için
Pantograf yapacağım*

2. Araştırma/ neler öğrendin?

*hızlı hareketlerde sesin enerjisini azaltmak için baykuşun
tığ ve vana şeklini göre tasarlanmıştır.*

3. Tasarlayacağımız aleti hayal et ve çiz.



4. Doğanın hangi özelliğinden faydalandın?

*Doğadaki kuşların sesleri tüyleri içerisindeki hava
Boşluklarından sığırması örnek aldım*

5. Kullandığın malzemeler?(2 adet renkli kağıt, makas, yapıştırıcı, pipet)

*Bu malzemeler et olarak sesi sığırması için
Pamuk kullandım*

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

- 1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Problemim istenmediği yerde sesin etrafa yayılması.

- 2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak

istediğiniz soruları yazınız.

Problem çözüm, sesin istenilen etrafa gitmesi.

- 3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.

Farklı malzemelerle sesin gitmesini engellemek.

- 4) Portatif oluşturun. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



- 5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

İçerideki sesin dışarı gitmesini engellemek için. Dinayı yumuşak bazı malzemelerle kaplamak.

- 6) İlham kaynağın nedir? Özellikleri nelerdir?

Penguenlerin ~~kuş~~ tüyleri. Penguenlerin yumuşak tüyleri. Üzerinde kırıltı ortam yerde sadece kırıltı sesiyle kısımları.

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin uç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

- 1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Ortamın çok sesi olması.

- 2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.

Ortamda çok sesin dışarı çıkmasını engellemek için gerekenleri bilmeliyiz.

- 3) Problemin olası çözümlerini hayal et ve uygun olan çözümü seç.

Gözün sesin dışarı çıkmasını engellemek.

- 4) Portatif oluştur. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



- 5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

Sesi hapse ve hava boşluklarının olması.

- 6) İlham kaynağı nedir? Özellikleri nelerdir?

Karn kışları sesi tutması.

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Makette sesin çok fazla duyulması.

2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.

Sesin etrafı yalıtılmış mıdır?

3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.

Sesin yalıtılması engellenir.

4) Portatif oluşturun. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

Sesin etrafı yalıtılır. Baykuş kolları. Sesin yalıtılır.

6) İlham kaynağın nedir? Özellikleri nelerdir?

Kar baykuşunun yüngül ve tıynetin yata mhanede. Sesin tıynetin tasarlandı bundan yola çıkıldı. Sesin kollarının diye.

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Sesin etrafa gitmesi ve gelmesi

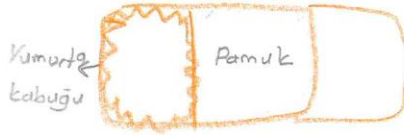
2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.

Sesin gitmesi engellenirmi?

3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.

Sesin etrafa gitmemesi için malzemelerle odaları kapla

4) Portatif oluşturun. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

Her odayı farklı malzemeyle kaplanarak sesin gitme engelleyen odalar

6) İlham kaynağın nedir? Özellikleri nelerdir?

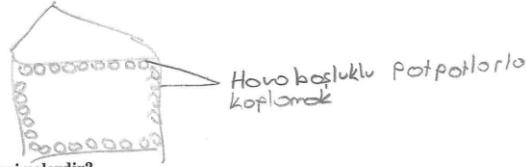
Guguk kuşu tüylerini ne kadar kabartırsa kertenkeleler onu duymaz. Avlanır

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

- 1) Tasarımını yapacağın problem nedir?
Problemim ses bilgisayarının ododordan geçmesi.
- 2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.
Ododordan ses kiti engellemek için hangi malzemeler kullanacağımızı bilmek.
- 3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.
En uygun malzemeleri kullanmak
- 4) Portatif oluşturun. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



- 5) Tasarımın özellikleri nelerdir?
Sesin ododan geçmesini engellemek
- 6) İlham kaynağın nedir? Özellikleri nelerdir?
Sessiz uçarak avlarını yakalayan kuşlar kartol gibi

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

- 1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Sesin etrafa yayılması

- 2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.

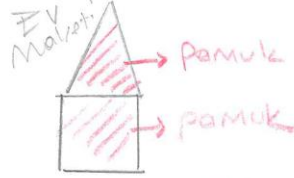
Ses hangi ortamlarda yayılır?

Ses hangi ortamlarda yayılmaz?

- 3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.

Sesin yayıldığı ortamları uygun malzemelerle kaplanması

- 4) Portatif oluştur. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



- 5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

Ev Maketinin Dış kısmında bulunan alanına ses, hapseden pamuk ile sarıldı. İçerideki sesi hapsedti. Dışarı çıkması engellendi. Baykuşun tüylerindeki hava boşluklarından yola çıkarak sesi hapsedmesi özellikleri örnek alındı.

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

- 1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Sesi duyurmamak

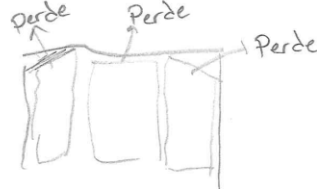
- 2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.

Sesin Yalıtımını

- 3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.

Yalıtım için binaların etrafını malzemelerle kaplamak

- 4) Portatif oluşturun. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



- 5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

Yumuşak Perdeli hava boşluklu perdelerle Sesi tutar

- 6) İlham kaynağın nedir? Özellikleri nelerdir?

Baykuş yumuşak tüylerle Sesi tutar

ETKİNLİK 4: KANATTAKİ GİZEM

Baykuşlarda avlarına doğru uçarken sessiz bir şekilde hareket ederler. Baykuşların başka kuşlardan çok daha sessiz uçabilmesinin temel nedeni ise kanatlarındaki tüylerin üç özelliğiyle ilişkili. Kanadın ön kısmındaki tüylerin tıpkı bir tarağın dişleri gibi düzgün bir şekilde dizilmiş olması, kanadın arka kısmındaki tüylerin esnek, yumuşak ve aralıklı olması ve kanatların üst kısmındaki kadifemsi yumuşak tüyler.

Kar baykuşunun tüy yapısından yola çıkılarak açık ofislerde toplantı sırasındaki gizliliği sağlamak için ses yutucu perde, paneller tasarlanmıştır. Sen de baykuşun bu özelliğinden yola çıkarak ses yalıtımının sağlandığı bir maket tasarla.

1) Tasarımını yapacağın problem nedir?

Sesin yitsek olduğu yerlerde sesin dışarı çıkmasını engellemek

2) Bu problemi çözmek için neleri bilmeniz gerekli? Hakkında araştırma yapmak istediğiniz soruları yazınız.

Sesin yayılmasını engelleyen malzemeler

3) Problemin olası çözümlerini hayalet ve uygun olan çözümü seç.

Oda bu malzemelerle kaplamak

4) Portatif oluşturun. Tasarımın nasıl görünecek? Aşağıda ki boşluğa çizimini yap.



5) Tasarımın özellikleri nelerdir?

İç içi hava boşluklu olan köpük kaplayarak
Sesin gitmesini engeller.

6) İlham kaynağın nedir? Özellikleri nelerdir?

Kaplan böğelen yaz aykısıma mağaralarda yatanlar. Dış kısmın
hava boşluklu olması kaplan böğünün yonmasına engeller

EK-K: Öğretmen 1 (Araştırmacı) ve Öğretmen 2'nin Uygulamalarını Yürüttüğü Deney ve Kontrol Gruplarına Ait MANCOVA Analizi Tabloları

Tablo K.1. Öğretmen 1 ve Öğretmen 2 Gruplarına Ait MANCOVA Sonuçları

	Bağımsız değişkenler	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.	Eta kare	Gözlenen güç
Öğretmen 1	Kesme noktası (Intercept)	0,760	5,169	3	49	0,003	0,240	0,760
	ÖN-GYİT	0,678	7,744	3	49	0,000	0,322	0,678
	ÖN-STÖ	0,769	4,903	3	49	0,005	0,231	0,769
	ÖN-BTÖ	0,530	14,506	3	49	0,000	0,470	0,530
	Grup (deney-kontrol)	0,516	15,345	3	49	0,000	0,484	0,516
Öğretmen 2	Kesme noktası (Intercept)	0,865	3,040	3	46	0,038	0,165	0,865
	ÖN-GYİT	0,525	13,862	3	46	0,000	0,475	0,525
	ÖN-STÖ	0,727	5,762	3	46	0,002	0,273	0,727
	ÖN-BTÖ	0,412	21,871	3	46	0,000	0,588	0,412
	Grup (deney-kontrol)	0,366	26,601	3	46	0,000	0,634	0,366

Tablo K.2. Öğretmen 1 ve Öğretmen 2 Gruplarına Ait Bağımlı Değişkenler İçin Grupların Karşılaştırılma Sonuçları

	Bağımlı Değişken	df	Ortalama Kare	F	p	Kısmi Eta Kare
Öğretmen 1 Grup	SON-GYİT	1	429,301	46,438	0,000	0,477
	SON-STÖ	1	1896,841	6,194	0,016	0,108
	SON-BTÖ	1	575,105	7,124	0,010	0,123
Öğretmen 2 Grup	SON-GYİT	1	587,876	74,084	0,000	0,607
	SON-STÖ	1	3871,131	12,684	0,001	0,209
	SON-BTÖ	1	1373,963	15,360	0,000	0,242

Tablo K.3. Öğretmen 1 ve Öğretmen 2 Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı Değişkenler Son Test Puan Ortalamaları

	Bağımlı Değişken	Grup	Std. Hata	Ortalama	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Öğretmen 1	SON-GYİT	Deney	0,566	18,718	17,583	19,854
		Kontrol	0,609	12,940	11,717	14,164
	SON-STÖ	Deney	3,256	136,407	129,870	142,944
		Kontrol	3,508	124,261	117,220	131,303
	SON-BTÖ	Deney	1,672	86,105	82,749	89,461
		Kontrol	1,807	79,417	75,802	83,033
Öğretmen 2	SON-GYİT	Deney	0,558	18,047	16,925	19,169
		Kontrol	0,569	10,990	9,845	12,135
	SON-STÖ	Deney	3,461	133,846	126,887	140,805
		Kontrol	3,531	115,737	108,637	122,836
	SON-BTÖ	Deney	1,874	86,236	82,468	90,004
		Kontrol	1,912	75,447	71,604	79,291

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Gökçe, E., Gürel, D. K. (2023). Ses ve Özellikleri Ünitesinde Biyomimikri Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Temelli Öğretimin 6. Sınıf Öğrencilerinin Günlük Yaşamla İlişkilendirme Ölçüleri. *III. Ulusal Disiplinlerarası Fen Eğitimi Öğretmenler Konferansı*, Ankara, 7–8 Ekim 2023



ÖZGEÇMİŞ

2007 yılında Ankara Şehit Kubilay İlköğretim Okulu'nu, 2011 yılında Ankara Gazi Lisesi'ni bitirdi. 2011 yılında girdiği Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği programından 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Siirt'te bir devlet ortaokulunda Fen Bilgisi Öğretmeni olarak göreve başladı. 2018 yılı itibari ile Ankara ilinde bir devlet ortaokulunda Fen Bilgisi Öğretmeni olarak görevine devam etmektedir. 2021 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda lisansüstü eğitime başladı. Yabancı dili İngilizce'dir.

