



**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**BİYOÇEŞİTLİLİK KONUSUNDA STEM EĞİTİMİ
MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

İclal AKMAN

DENİZLİ-2023

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**BİYOÇEŞİTLİLİK KONUSUNDA STEM EĞİTİMİ MODÜLÜNÜN
GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

İclal AKMAN

Danışman

Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

ETİK BEYANNAMESİ

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu; atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi; kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı; bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

İmza

İclal AKMAN

TEŞEKKÜR

Doktora süreci boyunca bana yol gösteren, manevi desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'e,

Akademik değerlendirmeleri ile doktora tezimin yol alması ve şekillenmesinde destek olan tez izleme komitesi ve tez jürisi değerli hocalarımdan Prof. Dr. Bilge CAN ve Prof. Dr. Kadir BİLEN'e; tez savunmama katılarak tezimin daha iyi hale gelmesinde emeği geçen değerli hocalarım Doç. Dr. Hasan Zühtü OKULU ve Dr. Öğr. Üyesi Aytaç KARAKAŞ'a,

Akademik bilgi deneyimlerini benden esirgemeyen, her daim görüşlerini sunan ve destek veren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Aysel KOCAKÜLAH, Doç. Dr. Hasan Zühtü OKULU, Dr. Öğr. Üyesi Gül Hanım BORAN, Doç. Dr. Arzu KASKA, Dr. Öğr. Üyesi Gülbin KIYICI, Prof. Dr. Hilal AKTAMIŞ, Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Güliz KAYMAKÇI, Dr. Öğr. Üyesi Merve KOCAGÜL'e,

Akademik bilgi ve deneyimleri ile çalışmalarına destek veren değerli arkadaşlarım Dr. Nazan KAHRAMAN, Dr. Sevda SECER ESMER, Dr. Merve ÖZTAŞ CİN, Dr. Hilmi DOĞAN ve Uzm. Zeynep CANDAS CANDAN'a,

Eğitim süresince desteğini esirgemeyen, benimle eğitimlere gönüllü katılan Fen Bilimleri Öğretmeni Hasan ÇOBAN'a,

Eğitim uygulamaları sırasında bana okul imkanlarını sunarak, süreç boyunca gülyüz ve misafirperverliğini esirgemeyen değerli hocalarım Akçaova Ortaokulu ve Namık Kemal Ortaokulu yönetici ve öğretmenlerine,

Süreç boyunca manevi desteğini hiç esirgemeyen değerli arkadaşlarım Filiz PEHLİVANOĞLU ve Duygu SEZGİN BAKAN'a

Doğduğum günden bugüne eğitim konusunda maddi manevi desteğini hiç esirgemeyen başta abim Uzm. Öğrt. Mehmet AKMAN olmak üzere canım annem ve babama,

Bugünlere gelmemde emeği geçen tüm öğretmenlerime,

Eşsiz deneyimler kazanmamı sağlayan, içlerindeki yaşama sevinci, gözlerindeki pırıltı ve öğrenme merakını benimle paylaşan tüm öğrencilerime,

Eğitime adanmış bir hayat ve tüm çabası öğrencilerine öğretmenliğin hakkını vermek olan kendime,

Minnettarım.

İclal AKMAN

ÖZET

Biyoçeşitlilik Konusunda STEM Eğitimi Modülünün Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi

AKMAN, İclal

Doktora Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı,

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

Aralık 2023, 491 sayfa

Bu çalışmanın amacı, beşinci sınıf öğrencilerinde Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre bağlantılarına sahip sosyobilimsel bir konu olan biyoçeşitlilik konusunu ele alarak STEM eğitimi uygulamalarının yer aldığı bir modül geliştirmek ve değerlendirmektir. Mühendislik tasarım sürecini takip ederek yapılan uygulamaların bilişsel başarıları, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri, yaratıcı problem çözme becerileri, STEM okuryazarlığı yetenekleri ve mühendislik tasarım süreci davranışları açısından öğrencilerin gelişiminde yarattığı etki incelenmiştir. Araştırmanın çalışma grubu, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen Aydın ili Çine ilçesinde taşınmalı eğitim veren bir köy okulunda öğrenim gören 19 ortaokul 5. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmada karma yöntem desenlerinden iç içe geçmiş karma desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi-1 (çoktan seçmeli), Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi-2 (açık uçlu), 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ve Yaratıcı Problem Çözme Envanteri ile toplanmıştır. Araştırmanın nitel verileri STEM okuryazarlığı (SOY) yarı yapılandırılmış gözlem formu, mühendislik tasarım süreci (MTS) yarı yapılandırılmış gözlem formu, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü grup fasikülleri ile toplanmıştır. Araştırmanın alt problemlerinin çözümlenmesinde nicel veriler için bağımlı örneklem t-testi ve korelasyon analizi, nitel verilerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında, ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü sonrası uygulanan BETBİB Testi-1, BETBİB Testi-2, 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ve Yaratıcı Problem Çözme Envanteri sonuçları eğitim öncesi sonuçlarına göre anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Eğitim süreci boyunca yapılan

ders gözlemleri, gözlemci notları, eğitim sonunda yapılan görüşmeler ve biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü grup fasikülleri (etkinlik kağıtları) incelenmiştir. Araştırma sonunda öğrencilerin STEM okuryazarlığı (SOY) yeteneklerinin, mühendislik tasarım süreci davranışlarının geliştiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğrencilerin STEM uygulamaları, tasarım yapma, bütüncül düşünme, araştırma yapma, yaptıkları tasarımları sunma, iletişim, işbirliği, problem çözme, akademik becerilerin gelişmesi ve bir konuda birden çok fikir üretme ve yaratıcılık açısından gelişim sağladıkları tespit edilmiştir. Yaşadığı çağa uyum sağlayabilen bireyler yetiştirebilmek için öğrencilerde STEM okuryazarlığının geliştirilebilmesi için STEM uygulamalarına ağırlık verilmesi gerektiği belirtilmiş, okullarda STEM uygulamalarının uygulanabilirliğine dönük önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, biyoçeşitlilik, mühendislik tasarım süreci, 21. yy. becerileri, STEM okuryazarlığı

ABSTRACT

Development and Evaluation of STEM Education Module on Biodiversity

AKMAN, İclal

Doctoral Thesis, Department of Mathematics and Science Education,

Department of Science Education

Thesis Advisor: Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

December 2023, 491 pages

The aim of this study was to develop and evaluate a module that includes STEM education practices by addressing the subject of biodiversity, which is a socioscientific issue with Science-Technology-Society-Environment connections, for fifth grade students. The impacts of the engineering design process practices on students' development in terms of their cognitive learning, 21st century learning and innovation skills, creative problem-solving skills, STEM literacy abilities and engineering design process behaviors were examined. The study group of the research consisted of 19 secondary school 5th grade students studying in a village school providing bussed education in Çine district of Aydın province, selected by purposeful sampling method in the 2022-2023 academic year. A nested mixed design, one of the mixed method designs, was used in the research. Quantitative data of the research were collected with Skill-Based Biodiversity Achievement (BETBİB) Test-1 (multiple choice), Skill-Based Biodiversity Achievement (BETBİB) Test-2 (open-ended), 21st Century Learning and Innovation Skills Scale and Creative Problem Solving Inventory. The qualitative data of the research were collected with STEM literacy semi-structured observation form, engineering design process (MTS) semi-structured observation form, semi-structured interview form and biodiversity STEM module group fascicles. In analyzing the sub-problems of the research, dependent samples t-test and correlation analysis were used for quantitative data, and descriptive analysis and content analysis were used in the analysis of qualitative data. Considering the results of the research, it was determined that there was a significant difference in the results of BETBİB Test-1, BETBİB Test-2, 21st Century Learning and Innovation Skills Scale and the Creative Problem Solving Attributes Inventory applied after the biodiversity STEM education

module when compared to the pre-training results. Lesson observations made throughout the training process, observer notes, interviews at the end of the training, and biodiversity STEM education module group fascicles (activity papers) were examined. At the end of the research, it was concluded that students' STEM literacy abilities and engineering design process behaviors improved. In addition, it has been determined that students improved in terms of STEM applications, design, holistic thinking, research, presenting their designs, communication, collaboration, problem solving, academic skills, generating multiple ideas on a subject and creativity. It has been stated that STEM applications should be emphasized in order to develop STEM literacy in students in order to raise individuals who can adapt to the age they live in, and suggestions have been made regarding the applicability of STEM applications in schools.

Key Words: STEM Education, biodiversity, engineering design process, 21st century skills, STEM literacy

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANNAMESİ	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xxiii
RESİMLER DİZİNİ	xxiv
BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.1.1. Problem Cümlesi.....	4
1.1.2. Alt Problemler.....	5
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1.5. Araştırmanın Sayılıtları (Varsayımları).....	7
1.6. Tanımlar.....	7
İKİNCİ BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	8
2.1. Kuramsal Çerçeve.....	8
2.1.1. TIMSS Çerçevesinde Beceri Temelli Bilişsel Gelişim.....	8
2.1.2. 21. yy. Becerileri	12
2.1.2.2. Öğrenme ve yenilenme becerileri.....	15
2.1.2.2.1. Yaratıcılık ve inovasyon.	15
2.1.2.2.2. Eleştirel düşünme ve problem çözme.	17
2.1.2.2.3. İşbirliği ve iletişim becerileri.	19
2.1.3. Yaratıcı Problem Çözme Becerisi	20
2.1.4. STEM Okuryazarlığı (SOY)	22
2.1.4.1. STEM okuryazarlığı yetenekleri.	26

2.1.5. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi Yaklaşımı	28
2.1.5.1. Mühendislik tasarım süreci.....	29
2.1.5.2. Mühendislik tasarım süreci aşamaları.	31
2.1.6. Sosyobilimsel Konuların Fen Bilimleri Öğretim Programı ve STEM Eğitimi İle İlişkisi.....	34
2.1.7. Biyoçeşitlilik ve Biyoçeşitlilik Eğitiminin Önemi.....	38
2.2. İlgili Araştırmalar.....	42
2.2.1. STEM Eğitiminde Yapılan Bilişsel Gelişim İle İlgili Araştırmalar	43
2.2.2. STEM Eğitiminde Yapılan 21. Yüzyıl Becerileri ile İlgili Araştırmalar.....	48
2.2.3. STEM Eğitiminde Yapılan Öğrenme ve Yenilenme Becerileri ile İlgili Araştırmalar	53
2.2.4. STEM Eğitiminde Yapılan Yaratıcı Problem Çözme Becerileri ile İlgili Araştırmalar	56
2.2.5. STEM Eğitiminde Yapılan STEM Okuryazarlığı (SOY) İle İlgili Araştırmalar	58
2.2.6. STEM Eğitiminde Yapılan Biyoçeşitlilik Eğitimi ile ilgili Araştırmalar	63
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM.....	67
3.1. Araştırma Deseni	67
3.2. Çalışma Grubu.....	70
3.3. Veri Toplama Araçları ve Teknikleri	71
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları.....	71
3.3.1.1. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi.....	71
3.3.1.1.1. <i>Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testlerinin (BETBİB testi- 1 ve BETBİB testi- 2) geliştirilmesi.</i>	72
3.3.1.1.2. <i>Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi (BETBİB) güvenilirlik ve geçerlik analizleri.</i>	77
3.3.1.2. 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği.....	84
3.3.1.3. Yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri.....	84
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları	85
3.3.2.1. Yarı yapılandırılmış gözlem formları.....	85
3.3.2.1.1. <i>Yarı yapılandırılmış gözlem formlarının oluşturma süreci.</i>	85
3.3.2.2. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü etkinlik ve tasarım görevleri.	90

3.3.2.2.1. <i>Biyoçeşitlilik STEM modülü etkinlik ve tasarım görevleri oluşturma süreci.</i>	91
3.3.2.2.2. <i>Biyoçeşitlilik modülü uygulama süreci.</i>	101
3.3.2.3. Yarı yapılandırılmış görüşme formu.	103
3.3.2.3.1. <i>Yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturma süreci.</i>	103
3.4. Verilerin Analizi	104
3.4.1 Nicel Verilerin Analizi İçin Kullanılan İstatistiksel Teknikler	104
3.4.2. Nitel Veri Toplama Araçlarının Analizi	105
3.5. Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerliği	105
3.5.1. Araştırmanın Nicel Boyutunun Güvenirlik ve Geçerliği	105
3.5.2. Araştırmanın Nitel Boyutunun Güvenirlik ve Geçerliği.....	106
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR	108
4.1. Nicel Araştırma Boyutunun Bulguları.....	108
4.1.1. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi Bulguları	108
4.1.1.1. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) Testi-1 bulguları.....	108
4.1.1.2. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-2 bulguları.....	109
4.1.2. 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Bulguları	110
4.1.3. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Bulguları	111
4.2. Nitel Araştırma Boyutunun Bulguları	113
4.2.1. STEM Uygulamalarının STEM Okuryazarlığı (SOY) Yeteneklerini Yansıtma Bulguları	114
4.2.1.1. Giriş etkinliklerinin STEM okuryazarlığı (SOY) yeteneklerini yansıtma bulguları.....	114
4.2.1.2. Tasarım görevleri STEM okuryazarlığı (SOY) yeteneklerini yansıtma bulguları.....	120
4.2.2. Tasarım Görevleri Açısından Mühendislik Tasarım Süreci Davranışlarını Yansıtma Bulguları	133
4.2.2.1. Tasarım görevi 1 (T1) süreci ile ilgili gözlem bulguları.	133
4.2.2.2. Tasarım görevi 2 (T2) süreci ile ilgili gözlem bulguları.	136
4.2.2.3. Tasarım görevi 3 (T3) süreci ile ilgili gözlem bulguları.	139
4.2.3. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Grup Fasikülleri Bulguları	142
4.2.3.1. Biyoçeşitlilik.....	143
4.2.3.2. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Tohum Kutusu Tasarım Görevi Grup Fasikülleri Bulguları.....	152

4.2.3.3. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü kuş evi tasarım görevi grup fasikülleri bulguları.....	167
4.2.3.4. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü arı oteli tasarım görevi grup fasikülleri bulguları.....	185
4.2.4. STEM Eğitimi Sürecine İlişkin Öğrenci Düşüncelerine Yönelik Bulgular	203
BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA VE SONUÇ	226
5.1. Nicel Bulgulara İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	226
5.1.1. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarısına Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	226
5.1.2. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerilerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	231
5.1.3. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Yaratıcı Problem Çözme Özelliklerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç	237
5.2. Nitel Bulgulara İlişkin Tartışma ve Sonuç	243
5.2.1. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Giriş Etkinliklerinin STEM Okuryazarlığı (SOY) Yeteneklerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç	243
5.2.2. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Uygulamalarının STEM Okuryazarlığı (SOY) Yeteneklerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç	246
5.2.3. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Mühendislik Tasarım Süreci Davranışlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	253
5.2.4. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Grup Fasiküllerine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	258
5.2.5. Biyoçeşitlilik STEM Modülü STEM Eğitimi ve Sürecinin Öğrenci Düşüncelerine İlişkin Tartışma ve Sonuç	259
5.3. Öneriler	268
KAYNAKÇA.....	273
EKLER.....	302
Ek 1. Etik Kurul İzni.....	302
Ek 2. MEB Uygulama İzni	303
Ek 3. MEB Ölçek Soru Kullanım İzni.....	304
Ek 4. 21. yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği izin yazısı	305
Ek 5. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri İzin Yazısı	306
Ek 6. Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar Etkinliği İzin Yazısı.....	307
Ek 7. Balık Avlama Oyunu STEM Uygulamasının Etkinliğe Dönüştürülmesi İzni	308

Ek 8. Veli İzni.....	309
Ek 9. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi -1	310
Ek 10. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi -2	317
Ek 11. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği	324
Ek 12. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri	326
Ek 13. STEM Okuryazarlığı (SOY) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu.....	328
Ek 14. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu ..	330
Ek 15. Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirmesi Muhtemel STEM Okuryazarlığı Yetenekleri.....	333
Ek 16. STEM Okuryazarlığı (SOY) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Kısaltmaları.....	334
Ek 17. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Davranışları Kısaltmaları	336
Ek 18. Tasarım 3 Arı Oteli Akademik Değerlendirme Etkinliği Örneği.....	338
Ek 19. Tasarım Görevleri Süreç Fotoğrafları	341
Ek 20. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	344
Ek 21. Lawshe Tekniği Kullanılarak Yapılan Kapsam Geçerlilik Analizleri	346
Ek 22. Mühendislik Tasarım Sürecine STEM Okuryazarlığı Yeteneklerinin Açıklamalı Tablosu	351
Ek 23. Mühendislik Tasarım Süreci Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Uzman Görüşleri	354
Ek 24. STEM Okuryazarlığı Yetenekleri Davranışları Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Uzman Görüşleri	358
Ek 25. Biyoçeşitlilik STEM Modülü Lawshe Analiz Tablosu	360
Ek 26. Biyoçeşitlilik STEM Modülü İçeriği NGSS-MEB-21. YY. Becerileri- SOY Eşleştirme Tablosu.....	361
Ek 27. MTS-YPÇ Süreci- (SOY) Yetenekleri Uyum Tablosu.....	362
Ek 28. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü	363
Ek 29. Modül Değerlendirme Rubriği	451
Ek 30. Mühendislik Tasarım Sürecinde Geliştirilmesi Muhtemel STEM Yetenekleri Uzman Değerlendirme Formu	453
Ek 31. STEM Okuryazarlığı Yetenekleri ve Davranışları Uzman Değerlendirme Formu	455
Ek 32. Mühendislik Tasarım Süreci Davranışları Uzman Değerlendirme Formu ..	458

Ek 33. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi-1 (BETBİB Testi-1) Uzman Değerlendirme Formu Kesiti (Bazı Örnek Sorular).....	463
--	-----

KISALTMALAR LİSTESİ

AAAS	: American Association for the Advancement of Science (Amerikan Bilimi İlerletme Derneği)
AACU	: The American Association of Colleges and Universities (Amerikan Üniversiteler ve Kolejler Birliği)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AÇA	: Avrupa Çevre Ajansı
BM (UN)	: United Nations (Birleşmiş Milletler)
CCSM	: Community Climate System Model (İklim Sistemi Modeli Topluluğu)
E-STEM	: Science- Technology- Engineering- Mathematics-Environment (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik+ Çevre)
E-STEM	: Science- Technology- Engineering- Mathematics-Entrepreneurship (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik+ Girişimcilik)
FTT	: Fen-Teknoloji-Toplum
FTTÇ	: Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre
IEA	: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu)
HOTS	: Higher Order Thinking Skills (Üst Düzey Düşünme Becerileri)
ISTE-NETS	: Educational Technology Standards - National Educational Technology Standards (Eğitim Teknolojileri Standartları - Ulusal Eğitim Teknolojisi Standartları)
ITEEA	: International Technology and Engineering Educators Association (Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitimcileri Derneği)
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MTS	: Mühendislik Tasarım Süreci
MTTFE	: Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi
NASA	: The National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi)
NCTE	: National Council Teacher English (İngilizce Öğretmenleri Topluluğu)
NGSS	: Next Generation Science Standards (Yeni Nesil Fen Standartları)
NRC	: National Research Council (Ulusal Araştırma Birliği)
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
PA STEM	: Peer Assessment STEM (Kolaylaştırılmış STEM)
P21	: Partnership for 21st Century Skills (21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı)
PISA	: The Programme for International Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
SBK	: Sosyobilimsel Konular
SOY	: STEM Okuryazarlığı
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
STEM	: Science- Technology- Engineering- Mathematics (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik)
STEAM	: Science- Technology- Engineering- Mathematics- Art (Fen-Teknoloji-Mühendislik- Matematik-Sanat)
STEM+A	: Science- Technology- Engineering- Mathematics- Agriculture (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik+Tarım)
STEM L	: STEM Literacy (STEM Okuryazarlığı)

STEM+R	: Science- Technology- Engineering- Mathematics- Religion (Fen- Teknoloji-Mühendislik-Matematik+ İnanç)
STEM+S	: Science- Technology- Engineering- Mathematics-Social (Fen- Teknoloji-Mühendislik-Matematik+ Sosyal Bilgiler)
TDK	: Türk Dil Kurumu
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
TYÇ	: Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi
WWF	: Dünya Doğayı Koruma Vakfı

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>TIMSS 2019 Bilişsel Beceri Alanları ve Açıklamaları (MEB, 2020, s.26)</i>	9
Tablo 2.2. <i>Mühendislik Tasarım Süreci ile Yaratıcı Problem Çözme Süreci Benzer Yönlere Karşılaştırılması</i>	22
Tablo 2.3. <i>STEM Okuryazarlığının Sentezlenmesi (Wannapiroon ve diğ., 2021, s. 540)</i> .26	
Tablo 3.1. <i>Çoktan Seçmeli ve Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Testlerin Kazanımlara</i>	73
Tablo 3.2. <i>TIMSS 2019 Beceri Tablosuna Göre Soruların Dağılımı</i>	73
Tablo 3.3. <i>Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi (BETBİB Testi) Belirtke Tablosu</i> ...	74
Tablo 3.4. <i>Uzman Görüşü Alma</i>	75
Tablo 3.5. <i>Uzman Bilgileri</i>	76
Tablo 3.6. <i>Madde Güçlük İndeksi ve Madde Ayırdedicilik Değerleri ve Yorumlamaları</i> .79	
Tablo 3.7. <i>Çoktan Seçmeli Sorularda Madde Analizine Göre Maddelerin Güçlük ve Ayırdedicilik Değerleri</i>	79
Tablo 3.8. <i>KR-20 Referans Aralığı</i>	80
Tablo 3.9. <i>Çoktan Seçmeli Sorular KR-20 Değeri</i>	80
Tablo 3.10. <i>Açık Uçlu Sorularda Madde Analizine Göre Maddelerin Güçlük ve Ayırdedicilik Değerleri</i>	80
Tablo 3.11. <i>Açık Uçlu Test İçin Cronbach Alpha Değeri</i>	81
Tablo 3.12. <i>Kappa değeri referans aralıkları</i>	81
Tablo 3.13. <i>Açık uçlu sorular için kappa analizi</i>	82
Tablo 3.14. <i>BETBİB Testi-1 Normallik Testi</i>	83
Tablo 3.15. <i>BETBİB Testi-2 Normallik Testi</i>	83
Tablo 3.16. <i>BETBİB Testi-1 t testi</i>	83
Tablo 3.17. <i>BETBİB Testi-2 t testi</i>	83
Tablo 3.18. <i>Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirmesi Muhtemel STEM Okuryazarlığı Yetenekleri</i>	88
Tablo 3.19. <i>Uzman Bilgileri Tablosu</i>	95
Tablo 3. 20. <i>Biyoçeşitlilik STEM Modülü Eğitim Programı</i>	101
Tablo 4.1. <i>BETBİB Testi-1 Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması</i>	108
Tablo 4.2. <i>BETBİB Testi-2 Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması</i>	109
Tablo 4.3. <i>Uzmanların BETBİB Testi-2 Ön Test-Son Test Puanları Korelasyon Analizi</i> 109	

Tablo 4.4. 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	110
Tablo 4.5. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Yaratıcılık ve Yenilenme Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	110
Tablo 4.6. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması.....	110
Tablo 4.7. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği İşbirliği ve İletişim Becerisi Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	111
Tablo 4.8. Yaratıcı Problem Çözme Envanteri Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	111
Tablo 4.9. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Iraksak Düşünme Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	112
Tablo 4.10. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Yakınsak Düşünme Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	112
Tablo 4.11. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Motivasyon Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	112
Tablo 4.12. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Çevre Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	113
Tablo 4.13. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Genel Bilgi ve Beceri Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	113
Tablo 4.14. Giriş Etkinlikleri STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Davranışları.	114
Tablo 4.15. Giriş Etkinlikleri STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği Davranışları	115
Tablo 4.16. Giriş Etkinlikleri Yeni Bilgiyi Edinme ve Araştırma Yeteneği	116
Tablo 4.17. Giriş Etkinlikleri Biyoçeşitlilik Konu Bilgisi ve Yorumlama Etkinlikleri Tablosu.....	117
Tablo 4.18. Giriş Etkinlikleri Balık Avlama Oyunu Simülasyon Etkinliği	119
Tablo 4.19. STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Davranış Gözlemleri	120
Tablo 4.20. Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği Davranış Gözlemleri	122
Tablo 4.21. STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği Davranış Gözlemleri	124
Tablo 4.22. STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği Davranış Gözlemleri	126
Tablo 4.23. STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği Davranış Gözlemleri.....	128
Tablo 4.24. STEM Bilgilerini İletme Yeteneği Davranış Gözlemleri	130
Tablo 4.25. Giriş Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği.....	143
Tablo 4.26. Giriş Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği.....	144

Tablo 4.27. Giriş Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Etkinliği.....	145
Tablo 4.28. Giriş Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Etkinliği	146
Tablo 4.29. Giriş Bölümü Biyoçeşitlilik Bilgisi Etkinliği	147
Tablo 4.31. Giriş Bölümü Nesli Tükenen Canlılar Etkinliği	148
Tablo 4.32. Giriş Bölümü Nesli Tükenme Tehlikesi Altında Olan Canlılar Etkinliği	148
Tablo 4.33. Giriş Bölümü Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar Etkinliği.....	149
Tablo 4.34. Giriş Bölümü Balık Avlama Oyunu Etkinliği (1. Kısım)	150
Tablo 4.35. Giriş Bölümü Balık Avlama Oyunu Etkinliği (2. Kısım)	151
Tablo 4.36. T1 Bölümü Problemin Tanımlanması Aşaması	153
Tablo 4.37. T1 İhtiyaçların Tanımlanması	154
Tablo 4.38. T1 Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Aşaması.....	155
Tablo 4.39. T1 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması	155
Tablo 5.40. T1 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Aşaması	157
Tablo 4.41. T1 En İyi Çözümün Seçilmesi Aşaması	158
Tablo 4.42. T1 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Aşaması	161
Tablo 4.43. Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi	163
Tablo 4.44. T1 Çözümlerin Sunulması Aşaması (***) Kazanan Grup)	163
Tablo 4.45. T1 Yeniden Tasarlama Aşaması	164
Tablo 4.46. T1 Yansıtıcı Değerlendirme.....	164
Tablo 4.47. T1 Tasarımın Enleri Akran Değerlendirme	166
Tablo 4.48. T1 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme.....	166
Tablo 4.49. T2 Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği.....	167
Tablo 4.50. T2 Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği.....	169
Tablo 4.51. T2 Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Aşaması.....	170
Tablo 4.52. T2 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması	171
Tablo 4.53. T2 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Aşaması	173
Tablo 4.54. T2 En İyi Çözümün Seçilmesi Aşaması	175
Tablo 4.55. T2 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Aşaması	179
Tablo 4.56. Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi	180
Tablo 4.57. T2 Çözümlerin Sunulması Aşaması (***) Kazanan Grup).....	180
Tablo 4.58. T2 Yeniden Tasarlama Aşaması	181
Tablo 4.59. T2 Yansıtıcı Değerlendirme.....	182
Tablo 4.60. T2 Tasarımın Enleri Akran Değerlendirme	184
Tablo 4.61. T2 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme.....	184

Tablo 4.62. <i>T3 Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği</i>	185
Tablo 4.63. <i>T3 Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği</i>	186
Tablo 4.64. <i>T3 Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Aşaması</i>	188
Tablo 4.65. <i>T3 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması</i>	189
Tablo 4.66. <i>T3 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Aşaması</i>	191
Tablo 4.67. <i>T3 En İyi Çözümün Seçilmesi Aşaması</i>	193
Tablo 4.68. <i>T3 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Aşaması</i>	197
Tablo 4.69. <i>Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi</i>	198
Tablo 4.70. <i>T3 Çözümlerin Paylaşılması Aşaması (***) Kazanan Grup)</i>	198
Tablo 4.71. <i>T3 Yeniden Tasarlama Aşaması</i>	199
Tablo 4.72. <i>T3 Yansıtıcı Değerlendirme</i>	200
Tablo 4.73. <i>T3 Tasarımın Enleri Akran Değerlendirme</i>	202
Tablo 4.74. <i>T3 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme</i>	203
Tablo 4.75. <i>Öğrencilerin daha önce STEM eğitimi alma durumuna yönelik düşünceleri</i>	203
Tablo 4.76. <i>STEM eğitiminin olumlu ve olumsuz yanlarına ilişkin düşünceleri</i>	204
Tablo 4.77. <i>STEM eğitiminin mühendislik mesleği bakış açlarına ilişkin etkisine yönelik düşünceleri</i>	206
Tablo 4.78. <i>STEM eğitiminin öğrencilerde yarattığı düşünce değişikliklerine yönelik düşünceleri</i>	208
Tablo 4.79. <i>STEM eğitiminin günlük hayata muhtemel katkısına yönelik düşünceleri</i> ...	209
Tablo 4.80. <i>Öğrencilerin STEM eğitiminin güncel hayat problemlerine yaklaşımına katkısına yönelik düşünceleri</i>	211
Tablo 4.81. <i>Öğrencilerin hayatlarında farklı fikirlerle karşılaştıklarında muhtemel yaklaşımlarına yönelik düşünceleri</i>	213
Tablo 4.82. <i>STEM eğitiminin hangi becerilere katkı sağladığına yönelik öğrenci düşünceleri</i>	214
Tablo 4.83. <i>Grup çalışmalarının katkısına yönelik öğrenci düşünceleri</i>	215
Tablo 4.84. <i>Sunum çalışmalarının katkısına yönelik öğrenci düşünceleri</i>	216
Tablo 4.85. <i>Giriş etkinliklerinin tasarım görevlerine katkısına yönelik öğrenci düşünceleri</i>	217
Tablo 4.86. <i>Mühendislik tasarım süreci aşamalarında öğrencilerin eğlenceli bulduğu etkinliklere yönelik düşünceleri</i>	218
Tablo 4.87. <i>Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci etkinliklerini eğlenceli bulma nedenleri</i>	218

Tablo 4.88. <i>Mühendislik tasarım süreci aşamalarında öğrencilerin zor bulduğu etkinliklere yönelik düşünceleri</i>	220
Tablo 4.89. <i>Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci etkinliklerini zor bulma nedenleri</i>	220
Tablo 4.90. <i>Tasarım görevleri içerisinde öğrencilerin en çok fikir üretebildikleri tasarımlara yönelik düşünceleri</i>	221
Tablo 4.91. <i>Öğrencilerin tasarım görevlerinde fikir üretebilme nedenleri</i>	222
Tablo 4.92. <i>Öğrencilerin tasarım görevleri içerisinde en kolay tasarım görevine yönelik düşünceleri</i>	223
Tablo 4.93. <i>Öğrencilerin tasarım görevini oluşturmayı kolay bulma nedenleri</i>	223
Tablo 4.94. <i>Öğrencilerin oluşturulan tasarımlara yönelik genel düşünceleri</i>	224

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 2.1.</i> 21. yüzyıl öğrenmesi için P21 çerçevesi, öğrenme çıktıları ve destek sistemler .	13
<i>Şekil 2.2.</i> STEM okuryazarlığı (SOY) yetenekleri (Wannapiroon ve diğ., 2021).....	27
<i>Şekil 2.3.</i> Mühendislik tasarım süreci (NASA, 2015).....	31
<i>Şekil 3.1.</i> Araştırmanın genel araştırma modeli.....	68
<i>Şekil 3.2.</i> Ayrıntılandırılmış araştırma süreci	69
<i>Şekil 3.3.</i> Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi oluşturma süreci.....	72
<i>Şekil 3.4.</i> Yarı yapılandırılmış gözlem formlarının oluşturma süreci.....	86
<i>Şekil 3.5.</i> Biyoçeşitlik modülü oluşturma süreci.....	91
<i>Şekil 3.6</i> Yarı yapılandırılmış görüşme formunun oluşturma süreci	103

RESİMLER DİZİNİ

<i>Resim 4.1.</i> Grupların tasarım 1 için taslak çizimler.....	158
<i>Resim 4.2.</i> Grupların en iyi çözümün seçilmesi tabloları	159
<i>Resim 4.3.</i> Grupların prototip oluşturma süreçleri.....	160
<i>Resim 4.4.</i> Bazı grupların hesaplama kağıtları	162
<i>Resim 4.5.</i> Grupların olası çözümler geliştirme süreçleri.....	174
<i>Resim 4.6.</i> Grupların tasarım 2 için taslak çizimleri.....	175
<i>Resim 4.7.</i> Grupların en iyi çözüm tabloları	176
<i>Resim 4.8.</i> Grupların prototip oluşturma süreçleri.....	177
<i>Resim 4.9.</i> Seçilen kuşun ölçülerine uygunluk hesaplamaları	177
<i>Resim 4.10.</i> Maliyet hesaplama ile ilgili işlemleri.....	178
<i>Resim 4.11.</i> Grupların tasarım 3 için taslak çizimleri.....	192
<i>Resim 4.12.</i> Grupların en iyi çözüme karar verme tabloları	193
<i>Resim 4.13.</i> Grupların prototip ve sıvı çiçek kokuları oluşturma süreçleri	195
<i>Resim 4.14.</i> Grupların maliyet hesaplamaları	196

BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ

Bu bölümde, problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları, sayıltıları ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini kapsayan STEM eğitimi bireylerin disiplinlerarası bakış açısına sahip olmalarını, belirlenen konularda uzmanlaşmalarını, edindikleri bilgi ve becerileri günlük hayatla ilişkilendirmelerini sağlamayı amaçlamaktadır (Yıldırım ve Selvi, 2017). Gerçek hayat problemlerini ele alarak fen, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinleri ve ilgili diğer disiplinlerin desteği ile öğrencilerin süreç sonunda problemi, yenilikçi bir anlayışla çözmelerine yardımcı olmaktadır. Böylece amacı, bireyleri sosyal yaşama ve ileriki meslek hayatına hazırlamak, nitelikli iş gücü haline gelmelerini sağlamak, toplumların sanayi ve endüstri alanlarında yetişmiş bireylerle ilerleyebilmelerini sağlamaktır (Çevik, Şentürk ve Abdioğlu, 2019). Amacına ulaşan bir STEM eğitimi, disipline yönelik alan bilgisinin, becerilerin ve zihinsel aktivitelerinin (sorgulama ve akıl yürütme vb.) gelişimini sağlar (Şardağ, Ecevit, Top, Kaya ve Çakmakçı, 2018). Bu durum bireylerin bilgi, beceri ve tutum açısından kendilerini yetiştirmeleri anlamına gelmektedir.

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) sınavlarında Türkiye'nin hedeflenen düzeyde başarı elde edememiş olması ve Dünya ülkeleri arasında ön sıralara ulaşma hedefi, STEM eğitime olan ihtiyaca işaret etmektedir (Çepni, 2016). Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2016) raporunda ilk defa STEM eğitiminden vurgulandığı görülmektedir. MEB (2018a) fen bilimleri dersi öğretim programında STEM eğitimi ve mühendislik tasarım sürecinden direk bahsedilmese de, program içine yayılmış fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının yer aldığı, özel amaçlarda mühendislik ve tasarım becerilerine yer verildiği ve mühendislik tasarım becerilerinde fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bütünleştirilmesi ve disiplinlerarası bakış açısından bahsedildiği görülmektedir. Ayrıca halihazırda kullanılan fen bilimleri ders kitaplarında mühendislik tasarım döngüsü ve takip süreci ile ilgili bilgi verilmesi (MEB, 2019), hem fen bilimleri ders kitaplarının hem de fen bilimleri dersi öğretim programlarının STEM eğitime işaret ettiği düşünülmektedir.

STEM eğitiminin ön plana çıkmasıyla öğrenme, öğrenmeyi öğrenme boyutundan öğrenmeyi uygulama boyutuna doğru geçiş yaptığı düşünülmektedir. Nitekim fen bilimleri dersi öğretim programında yer verilen öğrenmeyi öğrenme yetkinliği içerisinde bu duruma değinildiği görülmektedir (MEB, 2018a). Devletlerin kaliteli iş gücüne olan ihtiyacı farketmesi ve çözümler sunmaya çalışmaları günümüzde ve gelecekte öğrenmeyi uygulama yetkinliğinin daha fazla ön plana çıkarması beklenmektedir. Öğrenmeyi uygulamanın beceri haline dönüşmüş hali olan öğrendiğini uygulayabilme sürecinin gelecekte önemli becerileri temsil edeceği tahmin edilmektedir. Bugünün ve geleceğin küresel problemlerini belirleyebilen, problemlere çözümler üretebilen ve uygulayabilen bireyler aynı zamanda disiplin alanları ve STEM eğitimi açısından okuryazarlıkları yüksek bireyler olarak görülmektedir (İdin, 2017).

18. yüzyıldan itibaren pozitif bilimlerin birbirinden ayrılması ve disiplinleşmesi ile disiplin alanlarında ayrışma doğmuş olsa da günümüzde eğitimin bir bütün olduğu anlayışından yola çıkarak eğitim tekrar bir bütünleşme yoluna girmiştir. Özellikle son yıllarda gerçek hayat problemlerinin karmaşıklığı ve bu problemlerin çözümü için gerekli bilgi ve becerilerin önemi birden çok disiplinin bütünleşmesine olan ilgiyi artırdığı görülmektedir (Sarıtaş, 2021). Karmaşık durumların çözülmesinde farklı disiplinlerle ilgili bilgi, beceri ve tutumların desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı disiplinleri bir araya getirerek problemleri bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşma, bütüncül yaklaşımın ortaya çıkmasını sağlamıştır (Bozkurt Altan, 2017a). Böylece çok disiplinli düşünme yapısının bireylerin disiplin alanlarındaki ve yaklaşımlarındaki okuryazarlıklarının gelişmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Yukarıda belirtilen noktaların ışığında STEM eğitimi iki ya da ikiden fazla disiplinin bir araya gelerek problem çözüm sürecini sürdürmek için disiplinler arasındaki sınırları yeniden şekillendiren bütünleşmeyi sağlayan bir yaklaşım olarak görülmektedir (Bozkurt Altan, 2017a; Sanders, 2009). İdin'e (2017) göre STEM Eğitimi, öğrencilerin 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerini destekler, araştırma-geliştirme çalışmalarının oluşturulmasını sağlar, eğitimde fırsat eşitliğini önemser ve demokratik ve insani değerleri geliştirir.

Örgün eğitimle yapılan eğitim faaliyetleri 21. yy.'ın ihtiyacı olan kalifiye iş gücüne sahip insan profilini yetiştirmekte yetersiz kalmaktadır. O nedenle STEM eğitimiyle fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına olan farkındalığın artması gerekmektedir (Karataş, 2017). Bu durum problem durumlarına bütünsel çözümler sunabilen bireyler yetişmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece ülkelerin kalifiye iş gücü ihtiyacını

karşılacağı, kazanılan bilgi, beceri ve tutumları günlük hayatta kullanabilecekleri ve uluslararası sınavlarda başarının artması beklenmektedir (Şardağ ve diğ. 2018). Nitekim PISA 2018 sınav sonuçlarında fen alanında 468 puanla 30. sırada yer alan Türkiye, PISA 2022 sonuçlarına göre 476 puanla 34. sırada yer aldığı belirlenmiştir (MEB, 2023). 2018 sonuçlarında Türkiye, sınava katılan ülkeler arasında fen alanında sınav ortalamasına göre 10 puanlık artış oluştururken, 2022 sonuçlarında bu artışın 29 puana ulaştığı görülmektedir. Aynı şekilde Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) 2019 sonuçlarında 4. ve 8. sınıf düzeyinde 2015 sonuçlarına göre Türkiye puanını yükselttiği görülmektedir (Hastürk, 2017). Sekizinci sınıf düzeyinde TIMSS 2015 sonuçlarında fen alanı Türkiye ortalaması 493 puan belirlenmişken 2019 sonuçlarında 515 puanla ortalama üstünde performans gösterdiği tespit edilmiştir (MEB, 2020). Türkiye için, yukarıda sayılan değişimler uluslararası sınavlarda ön sıralarda yer alma hedefine ulaşmada motive edici olarak değerlendirilmektedir. Bilginin hızla çoğaldığı ve kontrolünün zorlaştığı günümüzde, entegre bir eğitim yaklaşımı olarak STEM eğitimi uygulanmalarının fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Fen bilimleri öğretim programının STEM eğitimi benimsesi, farklı öğrenme yöntem ve tekniklerini çeşitli kombinasyonlarda birleştirebilmesiyle öğrenme etkililiğini artırabilir. Ele alınan konuların STEM eğitime uygun ve bütünleşik olması, derinlemesine öğrenmeye katkı sağlayabilir. Fen eğitimi programında öne çıkan konulardan biri sosyobilimsel konulardır (SBK). Bu konuların, öğrencilerin fen bilimlerini gerçek hayatla ilişkilendirebilmelerine ve bilime karşı olumlu bir tutum geliştirebilmelerine katkı sağladığı düşünülmektedir (Çevik, 2021).

Partnership for 21st Century Skills (P21) eğitimci, akademisyen ve iş çevresinden ileri gelenleri toplayarak 21. yy'ın değişen koşullarına ayak uydurabilmek için bir çerçeve hazırlamışlardır. Bu çerçeve kapsamında temel konular içerisinde fen, matematik gibi STEM disiplinlerine, 21. yy. temaları içerisinde çevre okuryazarlığına yer verildiği görülmektedir. Bu çerçeveye göre temel konular ve 21. yy. temaları 21. yy. becerileri olarak tanımlanan yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme ve yenilenme becerileri ve bilgi, medya, teknoloji becerilerinin temelinde yer almaktadır. Bu becerilerin 21. yy. birey özellikleri olduğu vurgulanmakta olup bireylerde geliştirilmesi için uygulamalar yapılması gerektiği belirtilmektedir (P21, 2011).

STEM eğitimi bireylerin farklı disiplin alanlarında okuryazar olmaları için anlayış geliştirmelerine yardımcı olan, ortam hazırlayabilen bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. STEM eğitimi çerçevesinde düzenlenen eğitim uygulamaları ve ortamlarının bilişsel,

duyuşsal ve psikomotor beceriler açısından gelişimlerini sağlayacağı, 21. yy. becerileri, üst düzey düşünme becerileri ve STEM okuryazarlığı (SOY) anlayışını geliştirmeyi destekleyeceği düşünülmektedir.

STEM konusunda tüm bu paylaşımlar ışığında bireylerin değişen ve gelişen dünya düzeni ve gerekliliklerine uyum sağlayabilmeleri, geleceğin sosyal ve meslek hayatına hazırlanabilmeleri, gelişim ve değişimlere karşı uyumlu, sorumlu ve yönetebilen çoklu ve bütüncül düşünme yapı ve anlayışlarına sahip bireyler olabilmeleri için temel düzeyde SOY ve P21 kapsamında belirtilen 21. yy. becerilerine sahip olmaları gerektiği düşünülmektedir. Bu sebeple gerçek hayat problemlerini ele alan, öğrencilere gerçek hayatın küçük simülasyonlarını sunan STEM uygulamalarının öğretim programları içerisinde örnek ve etkinliklerinin artırılması gerektiği düşünülmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi STEM eğitimi yansıtan uygulamaların ve biyoçeşitlilik konusunun bireylerde Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) bağlantıları olan bütüncül anlayış ve disiplinlerarası özelliğe sahiptir. Bu sebeple yapılan çalışma biyoçeşitlilik konusunda alana örnek STEM uygulamaları sunması, öğrencileri akademik, duyuşsal ve psikomotor alan açısından donanımlı hale getirme potansiyeli taşıması, bilimsel süreç becerileri, 21. yy. becerileri ve üst düzey düşünme becerileri gibi becerilerin geliştirilmesine olanak tanınması açısından önem arz ettiği düşünülmektedir. Aynı zamanda öğrencilere gerçek hayat problemleri sunması, uygulanabilir deneyimler kazandırması, farklı disiplinlerin bütünleşmesi ile SOY'un gelişimine ortam oluşturması, bireylerde yaşam boyu kullanabilecekleri okuryazarlık anlayışını kazandırma olanağı tanınması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca çalışma literatüre TIMSS türü açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan akademik başarı testi, biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü, STEM okuryazarlığı (SOY) yarı yapılandırılmış gözlem formu, mühendislik tasarım süreci (MTS) yarı yapılandırılmış gözlem formu ve yarı yapılandırılmış görüşme formu sunmaktadır.

1.1.1. Problem Cümlesi

Araştırmanın problem cümlesi “Ortaokul beşinci sınıf öğrencilerine yönelik biyoçeşitlilik konusunda STEM eğitimi modülü nasıl geliştirilir ve değerlendirilir?” olarak belirlenmiş, problem cümlesi doğrultusunda araştırmanın alt problemleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1.1.2. Alt Problemler

- 1) Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamaları ile beşinci sınıf öğrencilerinin beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 2) Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamaları ile beşinci sınıf öğrencilerinin 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 3) Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamaları ile beşinci sınıf öğrencilerinin yaratıcı problem çözme özellikleri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 4) Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamaları sürecinde beşinci sınıf öğrencilerinin STEM okuryazarlığı davranışlarını yansıtma nasıldır?
- 5) Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamaları sürecinde beşinci sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım süreci davranışlarını yansıtma nasıldır?
- 6) Beşinci sınıf öğrencileri biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü fasiküllerinde mühendislik tasarım süreci aşamalarında nasıl bir değişim göstermiştir?
- 7) Beşinci sınıf öğrencilerinin biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamalarına ve sürecine yönelik düşünceleri nelerdir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Beşinci sınıf öğrencilerinde FTTC bağlantılarına sahip sosyobilimsel bir konu olan biyoçeşitlilik konusunu ele alarak biyoçeşitliliğin önemi, biyoçeşitliliğin azalması, biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar ve biyoçeşitliliğin korunması konularını kapsayan STEM uygulamalarının yer aldığı bir modül geliştirmek, mühendislik tasarım sürecini takip ederek yapılan uygulamaların akademik başarı, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri, yaratıcı problem çözme becerisi ve SOY yetenekleri açısından öğrencilerin gelişiminde yarattığı etkiyi incelemek araştırmanın amacıdır. Aynı zamanda daha önce STEM eğitimi hiç deneyimlememiş örgün eğitim kapsamındaki taşınabilir eğitim veren köy okullarında STEM uygulamalarının öğrencilerde oluşturacağı değişimi ortaya çıkarmak araştırmanın ikincil amacıdır.

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM eğitimi kapsamında yer alan mühendislik ve tasarım becerilerinin ve 21. yy. yetkinliklerinin önemi MEB (2018) fen bilimleri programında vurgulanmaktadır. STEM uygulamaları tüm ülke geneline yayılmaya çalışılmış olsa da öğretmenlerin STEM eğitimini kullanmada tereddütlü davrandıkları mevcut araştırmalarla da ortaya konulmuş bulunmaktadır (Özbilen, 2018; Sarıtaş, 2021; Yıldırım ve Türk, 2017). Bunun sebeplerinin öğretmenlerin STEM'i tam olarak bilmemeleri (Marulcu ve Sungur, 2012), maddi engeller, alt yapı yetersizliği, okul şartları, sınav sistemi, kişisel donanım ve hazırbulunuşluk gibi durumlar olabileceği düşünülmektedir. Öğretim programlarında STEM eğitiminin uygulanabilirliğini desteklemek için her konu ile ilgili STEM uygulama örneklerini artırmak gerektiği düşünülmektedir. Öğretmenlerin mühendislik odaklı ders etkinliklerine önem vermesi, uygulaması öğrenci başarısı ve 21. yy. becerileri ile ilişkili araştırmaların ihtiyaç olduğu görülmektedir (Guzey, Tank, Wang, Roehrig ve Moore, 2014). STEM eğitiminin fen öğrenimindeki katkısını, öğrenciler üzerindeki etkisini bilimsel çalışmalarla göstermek okullarda STEM eğitimine daha çok önem verilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Milli eğitim genel ve özel hedeflerine ulaşmak için çağın gereklerine uygun öğretim yaklaşım ve yöntemlerinin benimsenip uygulanması gerekmektedir. Hedeflenen birey profiline ulaşmak demek, hedeflenen toplumsal özelliklere ve ekonomik yapıya ulaşmak anlamına gelmektedir. Eğitimde bu hedefe ulaşma şekli öğretim program uygulamalarının sonucudur. Milli eğitim hedefleri dikkate alındığında öğretim programlarında biyoçeşitlilik eğitimi kazanım kapsamlarının araştırma ve tartışma düzeyine kadar sınırlandırıldığı görülmektedir (MEB, 2018a; MEB, 2018b; MEB, 2018c). Fen bilimleri öğretim programında mühendislik tasarım süreci becerilerine ilişkin, gerçek hayat problemlerine dönük yaratıcı çözümler sunma, uygun çözümlere karar verme, problem çözümüne yönelik bir ürün (tasarım, model ve proje) ortaya koyma kazanımlarına yer verilmediği görülmektedir. Araştırma konusu bu konudaki ihtiyacı karşılaması açısından önem arz etmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

- 1) Çalışma, 2022-2023 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilen uygulamalarla,
- 2) Aydın ilinde yer alan bir köy okulundaki beşinci sınıf öğrencileriyle (19),
- 3) Nicel ve nitel araştırma yöntemleriyle,

- 4) Kullanılan ölçme araçlarıyla,
- 5) Araştırmacının bilgi, deneyim ve becerileriyle,
- 6) Öğrenci hazırbulunuşluklarıyla,
- 7) Biyoçeşitlilik konusu giriş etkinlikleri ve üç tasarım göreviyle,
- 8) Eğitim süreci için 20 haftalık (70 saat) uygulamayla,
- 9) Araştırmacının sunduğu imkan ve koşullarla (malzeme, zaman, maliyet vb.)
- 10) Okulun imkan ve koşullarıyla sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Sayıtları (Varsayımları)

- 1) Uygulanan veri toplama araçlarına, araştırmaya katılanların verdiği cevaplar samimidir.
- 2) Araştırmaya katılan öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri, yaşam şartlar ve süreç boyunca maruz kaldıkları koşullar eşittir.

1.6. Tanımlar

STEM: Gerçek hayat problemlerini çözmek için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi disiplinleri kullanan disiplinlerarası eğitim yaklaşımıdır (Yıldırım, 2018).

21. yy. Becerileri: Bireylerin içinde bulunduğu çağın eğitim, meslek ve sosyal hayatına uyum sağlayabilmeleri için geliştirilmesi gerektiği düşünülen beceriler topluluğudur (Ormancı, 2021).

Öğrenme ve Yenilenme Becerileri: Yaratıcılık, yenilikçilik, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim ve işbirliği becerilerini kapsayan 21. yy. becerileridir (P21, 2011).

Yaratıcı Problem Çözme Becerisi: Bireylerin özgün, doğal ve sezgisel süreci takip etmesidir (Öğretir Özçelik, 2019).

STEM Okuryazarlığı: Her bireyin STEM ile ilgili bireysel, sosyal ve evrensel sorunlar hakkında STEM alanlarının entegrasyonu ve kavramsal anlama, süreç becerileri ve yetenekler yoluyla konuşabilmesidir (Bybee, 2010).

Biyoçeşitlilik: Belirli bir bölgede yaşayan canlıların çeşitçe ve sayıca zenginliğine denir (MEB, 2019).

Beceri: Bir amaca ulaşmak için edinilmiş bilgiyi kullanarak gerekli süreç ve yöntemleri kullanabilme potansiyelidir (Ormancı, 2021).

İKİNCİ BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde TIMSS çerçevesinde beceri temelli bilişsel gelişim, 21. yy. becerileri, yaratıcı problem çözme becerisi, STEM okuryazarlığı, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, mühendislik tasarım süreci ve biyoçeşitlilik konularına ilişkin kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalar çalışmanın amacına uygun olarak sunulmuştur.

2.1. Kuramsal Çerçeve

2.1.1. TIMSS Çerçevesinde Beceri Temelli Bilişsel Gelişim

Yeni dünya düzeninin yönü, bilgi düzeyi yüksek toplumlar oluşturma amacından uygulamaya ve hayata yansıtmaya dönük beceri ve anlayış geliştirmeye doğru yöneldiği görülmektedir. Var olan bilginin farkında olmak, bilgiyi analiz edip ihtiyaç duyulanı seçmek, bilgiyi yönetebilmek, kullanabilmek ve mevcut bilgiler bütününden anlayış oluşturabilmek gibi davranışlar çok daha işlevsel hale gelmiştir. O nedenle birçok ülke ve bünyesindeki kuruluşlar bu yönde açıklamalar yapmakta, eğitimsel yaklaşımlarını ve uygulamalarını yönlendirmektedirler.

STEM eğitimi ile beceri temelli değerlendirmelerin öğretim sürecinde önemsendiği görülmektedir. Nitekim MEB son yıllarda gerek öğretmenlere beceri temelli soru hazırlama eğitimleri vererek gerekse sınavları beceri temelli sorularla hazırlamaya yönelim göstererek öğrencilerin beceri ve anlayış geliştirme olarak okuryazarlıklarını ölçebilmek için çalışmalar yürütmektedir (Ülger, 2021). Bu konuda en kapsamlı değerlendirmeyi yapan PISA, Uluslararası Okuma Becerilerinde Gelişim Araştırması (PIRLS) ve TIMSS gibi uluslararası sınavlardır. 3-4 yıllık aralıklarla yapılan bu sınavlarla öğrencilerin fen, matematik ve okuma becerileri uluslararası düzeyde belirlenmekte ve ülkelerin eğitim sistemleri, öğrenci, öğretmen, okul profilleri ile ilgili yorumlama ve kıyaslama yapılabilmektedir (Çepni, 2016; Hastürk, 2017). Türkiye PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda son yıllarda ortalama üstüne çıkmış olsa da ön sıralarda yer almak için daha fazla çaba gerektiği düşünülmektedir. Özellikle üst düzey soruları cevaplamada öğrencilerin oldukça zorlandıkları görülmektedir (Çil ve Çepni, 2017). Bu nedenle Türkiye’de öğrencilerde öğrenme çıktılarını süreç boyunca değerlendirmek gerektiği aynı zamanda akademik düzey belirleyen sınavlarda beceri ve anlayış ölçen sorulara daha fazla yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Beceri temelli soruların merkezi ve okul sınavlarında yaygınlaştırılması öğrencilerin olaylaştırılmış durumlarda nasıl bir düşünce

yapısı ve yaklaşım içerisinde olacağına yönelik kanıtlar sunabileceği değerlendirilmektedir.

Beceri temelli soruların en iyi örneklerini içeren ve Dünya genelinde kabul gören sınavlardan birisi TIMSS sınavıdır. Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA) 4. ve 8. sınıf öğrencilerinde fen ve matematik eğilimlerini ölçmek için dört yıllık aralıklarla, çoktan seçmeli ve açık uçlu soruların yer aldığı karma sorulardan oluşan TIMSS sınavını uygulamaktadır (Çepni, 2016; Hastürk, 2017; MEB, 2020). TIMSS'in dört yıllık aralıklarla yapılması aynı öğrenci grubunun gelişim süreci konusunda yorum yapma imkanı sağlamaktadır (Çepni, 2016; Tekbıyık, 2018b).

TIMSS soru kapsamı, 4. sınıflarda canlı bilimleri, fizik bilimleri, yer bilimleri şeklinde iken; 8. sınıflarda fizik, kimya, biyoloji ve yer bilimleri şeklindedir (Hastürk, 2017; MEB, 2020). Soruların konu alanlarına dağılımı 4. sınıf seviyesinde, % 45 yaşam bilimleri, %35 fizik bilimleri, % 20 yer bilimleri şeklindeyken 8. sınıf seviyesinde %35 biyoloji, % 25 fizik, % 20 kimya ve % 20 yer bilimleri şeklindedir (Tekbıyık, 2018b).

TIMSS soruları bilişsel alan düzeyinde bilme, uygulama ve akıl yürütme beceri düzeylerini içermektedir. Bilme becerisi kapsamında hatırlama (tanıma), tanımlama ve örnekler verme becerileri; uygulama beceri kapsamında karşılaştırma-sınıflandırma, ilişkilendirme, yorumlama, açıklama yapma ve model kullanma becerileri yer almaktadır. En çok beceri kapsamına sahip olan akıl yürütme becerisidir. Akıl yürütme becerisi analiz etme, sentezleme, hipotez oluşturma, araştırma-tasarlama, değerlendirme, sonuç çıkarma, genelleme ve doğrulama becerilerini içermektedir (MEB, 2020). Analiz etme, değerlendirme ve yaratma gibi beceriler, üst düzey düşünme becerileri, Bloom taksonomisinin üst seviye beceri basamaklarını temsil etmektedir (Ergun, 2022). TIMSS 2019 Fen Bilimleri Sonuçları Değerlendirme Raporunda (2020) belirtilen beceri alanları ve açıklamaları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. *TIMSS 2019 Bilişsel Beceri Alanları ve Açıklamaları (MEB, 2020, s.26)*

TIMSS Fen Değerlendirmesinde Bilme Alanını Oluşturan Bilişsel Beceriler	
Hatırlama/ Tanıma	Olguları, ilişkileri ve kavramları ayırt eder veya ifade eder. Belirli canlıların, materyallerin ve süreçlerin özelliklerini tanımlar, Bilimsel araçların uygun kullanımlarını belirler, Bilimsel kelime, sembol, kısaltma, birim ve ölçekleri doğru şekilde kullanır.
Tanımlama	Organizmalar ve materyallerin görev, yapı ve özelliklerine yönelik ifadeleri ve organizmalar, materyaller ve süreçler ile olgular arasındaki ilişkileri tanımlar.
Örnekler verebilme	Belirli özelliklere sahip organizmaların, maddelerin ve araçların örneklerini verir. Uygun örneklerle kavramların veya olguların ifadelerini netleştirir.

(Devamı arkada)

Tablo 2.2.(devamı) *TIMSS 2019 Bilişsel Beceri Alanları ve Açıklamaları (MEB, 2020, s.26)*

TIMSS Fen Değerlendirmesinde Uygulama Alanını Oluşturan Bilişsel Beceriler	
Karşılaştırma/ Sınıflama	Organizmalar, maddeler veya süreçler arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri tanımlar. Özelliklerine göre maddeleri, organizmaları, nesnelere ve süreçleri ayırır veya sınıflar.
İlişkilendirme	Nesnelerin, organizmaların veya araçların gözlenen özelliklerini fen kavramlarıyla ilişkilendirir.
Modeller kullanma	Bir süreci, döngüyü, ilişkiyi veya sistemin gösterimini yapmak veya fen problemlerine çözümler bulmak için diyagram veya farklı bir model kullanır.
Bilgiyi yorumlama	Metin, resim, tablo veya grafik formundaki bilgileri yorumlamak için fen kavramlarını kullanır.
Açıklama yapma	Bir fen kavramı veya prensibini kullanarak bir gözlem veya olgu için bir açıklamayı sunar veya ayırt eder.
TIMSS Fen Değerlendirmesinde Akıl Yürütme Alanını Oluşturan Bilişsel Beceriler	
Analiz	Problemlerin bileşenlerini tanımlar. Problemlerle ilgili bilgileri, kavramları, ilişkileri ve verileri cevap bulmak için kullanır.
Sentez	Birçok farklı bileşenin veya ilişkili kavramların birlikte düşünülmesini gerektiren soruları cevaplar.
Soruları açık ve kesin bir şekilde ifade etme/ Hipotez kurma/ Tahmin etme	Araştırma ile cevaplanabilecek sorular oluşturur ve bir araştırmanın tasarımı hakkında verilen bilgiye dayanarak araştırmanın sonuçlarını tahmin eder. Deneyim, gözlem ve/veya çeşitli veri kaynaklarından edinilen bilgilere dayanarak varsayımlar oluşturur. Biyolojik ve fiziksel koşullardaki değişimlerin etkileri hakkında tahminler yapmak için kanıtları kullanır.
Araştırma tasarlama	Bilimsel soruları cevaplamak veya hipotezleri test etmek için uygun araştırma ve yöntemleri planlar. İyi tasarlanmış araştırmaların özelliklerini anlar ve tarif eder.
Değerlendirme	Alternatif açıklamaları değerlendirir; alternatif süreçler ve araçlar arasında karar vermek için avantaj ve dezavantajları karşılaştırır. Sonuçları desteklemek için verinin yeterli olup olmadığını değerlendirir.
Sonuç Çıkarma	Gözlemlere, kanıta ve/veya diğer bilgi kaynaklarına dayanarak çıkarımlar yapar. Soruları veya hipotezleri ele alan uygun sonuçlar üretir, sebep-sonuç ilişkilerini dikkate alır.
Genelleme	Veriler veya deneysel koşulların ötesinde genel sonuçlar çıkarır. Elde ettiği sonuçları yeni koşullara uygular.
Doğrulama	Açıklamalar, problem çözümleri ve araştırma sonuçlarının bilimsel açıdan uygunluğunu değerlendirmek için kanıtları kullanır.

MEB (2018) fen bilimleri öğretim programında bilimsel süreç becerileri, matematiksel beceriler, teknoloji becerileri, okuma yazma becerileri ve mühendislik becerileri gibi alana özgü becerilerin yer almasının yanında ortak becerilere de yer verildiği görülmektedir. Ortak beceriler ise 21.yy becerileri altında değerlendirilen eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, iletişim, girişimcilik ve yaşam becerileridir. Bir disiplin alanından özgür genel olarak bütün disiplinlere giren bütüncül becerilerdir. Fen bilimleri kapsadığı alanlar açısından (fizik, kimya, biyoloji, çevre, uzay, yer bilimleri, fizikokimya, biyokimya ve biyofizik gibi) kendi içinde disiplinlerarası bir disiplin olduğu için bütüncül becerilerin işlenmesine uygun bir disiplindir (Ergun, 2022).

TIMSS becerileri ile 21. yy. becerileri incelendiğinde bilme düzeyi beceriler 21. yy. becerileri dışında kalmasına rağmen ilişkilendirme, yorum yapma ve model kullanma gibi

uygulama becerileri ile özellikle analiz etme, sentez yapma, hipotez oluşturma, araştırma-tasarlama, değerlendirme ve sonuç çıkarma gibi akıl yürütme becerilerinin genel itibariyle hem st düzeye beceriler hem de 21. yy. becerileri ile örtüştüğü görülmektedir. TIMSS becerilerine uyumlu hazırlanmış soruların bireylerde 21. yy. becerilerinin ve st düzeye düşünme becerilerinin gelişmesini destekleyeceğini söylemek mümkündür. Aynı Şekilde uygulama ve akıl yürütme düzeyi bilişsel beceri soruları, bireylerde STEM disiplinlerine, STEM disiplinlerinin birbiriyle ve problemle bağlantı kurmalarına yardımcı olması ğrencilerin SOY anlayışı geliştirmelerini kolaylaştıracaktır. Yakın veya uzak çevreden, ulusal veya küresel boyuttaki gerçek hayatla ilişkili problemler ve bu problemlerle ilişkili disipline ait kavram, teori ve formüller birleşerek öğrencilerde düşünce geliştirmeye yardımcı olacaktır (Ergun, 2022). Öğrencilerin mevcut fikirlerine dayalı yapılan uygulamalar ve yaşantısal deneyimler, öğrencilerde becerilerini kullanabilme yeterliliği kazandıracaktır. Öğrencinin kazandığı düşünce ve deneyim herhangi bir konuda anlayış oluşturmasını veya geliştirmesini sağlayacaktır. Böylece bireyin konu ile ilgili okuryazar olması desteklenecektir.

Fen bilimleri kapsadığı alanlar açısından kendi içinde disiplinlerarası bir disiplin olduğu düşünüldüğünde beceri temelli soru hazırlama ve sonuçlarına bağlı öngörülü yorumlar yapabilme açısından önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir. Uluslararası sınavların içeriğinde yeni Dünya'nın sorunları arasında gösterilen konulardan biri biyoçeşitlilik ve canlılar arası etkileşim konusudur. Biyoçeşitlilik konusu fen bilimleri kapsamında yeralan bir konudur. Bu konu yaşam bilimleri kapsamında 4. sınıf düzeyinde organizmalar ve evre etkileşimleri ve ekosistem konuları altında olup ayrı bir konu olarak ele alınmazken; 8. sınıf düzeyinde çeşitlilik, adaptasyon ve doğal seçilim konusu altında yer almaktadır (MEB, 2018a).

Araştırmada STEM eğitimi ve becerilerini benimseyen MEB (2018a) fen bilimleri ğretim programında 5. sınıf düzeyinde yer alan, FTTÇ bağlantıları güçlü, disiplinlerarası sosyobilimsel bir konu olarak, biyoçeşitlilik konusunda açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan, iki aşamalı karma bir akademik başarı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Çünkü; lger'e (2021) göre akademik başarı testlerinde çoktan seçmeli, açık uçlu ve performans değerlendirme gibi birden çok değerlendirme yönteminin işe koşulması gerekmektedir. Hedef okullarda ünitelendirilmiş olarak beceri temelli konu sorularını artırmak, geçerli ve güvenilir akademik değerlendirme soruları oluşturmayı desteklemektir. Ayrıca fen okuryazarlığı testlerinde organize etme, analiz, yorumlama, bilgiyi edinme yollarını kavrama, fen teknoloji ve toplum bağlantılarını kurabilme gibi becerilerin yanında

günlük yaşamdan örneklerle bağlam oluşturulması gerekmektedir. Sadece çoktan seçmeli sınavlarla bu becerileri sınamak çok mümkün görünmemektedir. O nedenle akademik başarı açık uçlu ve çoktan seçmeli olmak üzere 2 boyutta sorularla öğrencilerin akademik durumunu belirlemek amaçlanmıştır. Böylece, 21. yy. becerilerini, üst düzey düşünme becerilerini ve SOY yetenekleriyle örtüşen ölçme değerlendirme modeli ile değerlendirmek hedeflenmiştir. Nitekim, beceri temelli soruların değerlendirme sınavlarında eğitim sistemi içerisinde daha fazla yer verilmesi öğrencilerin 21. yy. becerileri, üst düzey düşünme becerileri ve SOY yetenekleri açısından değerlendirmeleri desteklemesi beklenmektedir.

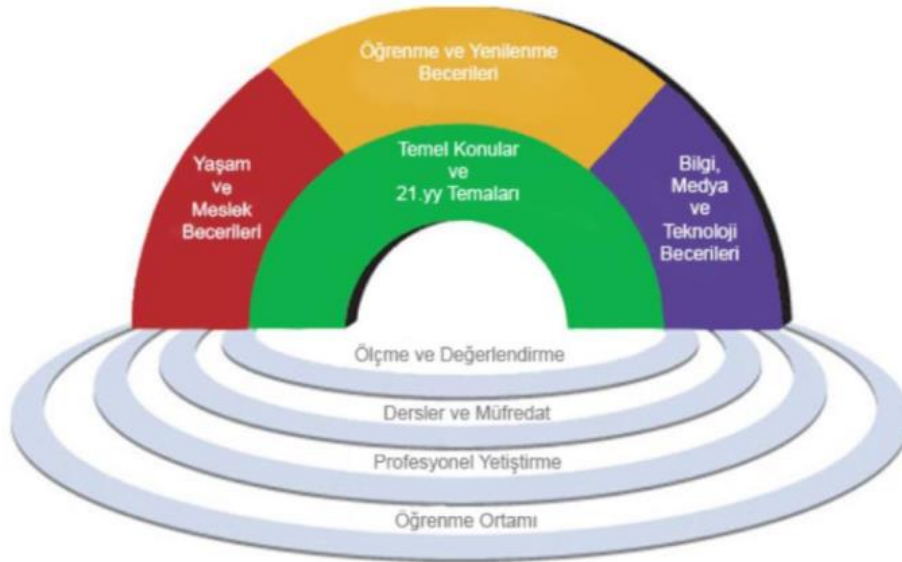
2.1.2. 21. yy. Becerileri

Amerikan Kolejler ve Üniversiteler Birliği (AACU), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD), P21 ve Ulusal Eğitim Teknolojisi Standartları (ISTE) gibi kurumlar yayınladıkları raporlarda 21. yy. becerileri denildiğinde ön plana çıkan beceriler arasında problem çözme, yaratıcılık, iletişim, inovasyon, araştırma sorgulama ve eleştirel düşünme bulunmaktadır (Bozkurt Altan, 2017a). Üst düzey beceriler kapsamında ön plana çıkan beceriler medya okuryazarlığı, girişimcilik, esneklik, uyum ve üretkenlik gibi becerilerdir (Topçu ve Çiftçi, 2019). Yayımlanan raporlardan sonra öğretim programlarında 21. yy. becerilerinin geniş yer tutmaya başlamasındaki amaç, eğitim yoluyla gerçek hayat problemlerine eleştirel yaklaşabilen, yaratıcı çözümler sunabilen, etkili iletişim becerilerine sahip, işbirliği içerisinde çalışabilen, sorumluluğunun farkında bireyler yetiştirmektir (Çepni ve Ormancı, 2017). Bireylerden kritik durumlar karşısında inisiyatif alabilmesi, uygun kararlar verebilmesi, girişimci, yeniliklere açık, 21. yy.'a uyumlu ve lider bireyler olarak yetişmeleri hedeflenmektedir.

Toplumların ve bireylerin 21. yy. ihtiyaçlarını karşılamak için 21. yy. becerilerini belirleme amacıyla akademisyenler, uzmanlar ve iş insanları bir araya gelerek Partnership 21st Century Skills (P21) toplantısında 21. yy. öğrenme gökkuşağı modelini ortaya atmışlardır. Bu model öğrenme çevreleri, mesleki gelişim, program ve öğretim, standartlar ve değerlendirme olmak üzere dört temele dayanmaktadır.

21. yy. gökkuşağı modeline göre dört temel unsurun üstünde temel konular (fen, matematik, sanat, dünya dilleri vb. disiplin alanları) ve 21. yy. temaları (çevre, finans, ekonomi, sağlık, girişimcilik gibi okuryazarlık türleri ve küresel farkındalık) yer almaktadır. Temel konular ve 21. yy. temalarının öğretilmesi sırasında bireylere yaşam ve

kariyer becerileri, öğrenme ve yenilenme becerileri ve bilgi, medya ve teknoloji becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır. Bireylerin bilgi, beceri ve uzmanlıklarını tanımlayan bu becerilerin 21. yy. bireylerinin ve iş dünyasının eleman ihtiyacını karşılayabileceği belirtilmiştir (P21). Şekil 2.1’de 21. yüzyıl öğrenmesi için P21 çerçevesi, öğrenme çıktıları ve destek sistemleri verilmiştir.



Şekil 2.1. 21. yüzyıl öğrenmesi için P21 çerçevesi, öğrenme çıktıları ve destek sistemler (Alparslan, 2021, s.18)

Partnership 21st Century Skills’a (P21) göre bireylerin sosyal ve mesleki yaşamda başarılı olmalarını sağlayacağı düşünülen beceriler, kariyer ve yaşam becerileri, öğrenme ve yenilenme becerileri ve bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı olmak üzere üç alt beceri kapsamında toplanmaktadır. Her bir beceri türünde alt beceriler yer almaktadır. Bunlar;

Kariyer ve Yaşam Becerileri

Esneklik ve Uyum

Girişimcilik ve Öz Yönetim

Sosyal ve Kültürler Arası Etkileşim

Üretkenlik ve Hesaplamalı Düşünce

Liderlik ve Sorumluluk

Öğrenme ve Yenilenme Becerileri

Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme

İşbirliği ve İletişim

Yaratıcılık ve İnovasyon

Dijital Okuryazarlık Becerileri

Bilgi Okuryazarlığı Becerileri

Medya Okuryazarlığı Becerileri

Bilgi ve İletişim Teknoloji Okuryazarlığı şeklindedir (P21, 2011; Trilling ve Fadel, 2009).

21. yy. becerileri arasında en çok önemi vurgulanan beceriler arasında öğrenme ve yenilenme becerileri yer almaktadır. Alanda yer alan çalışmaların çoğunluğu öğrenme ve yenilenme becerilerinin kazandırılmasının öneminden bahsetmektedir (Bozkurt Altan, 2017a; Harari, 2018; Ormancı, 2021; Trilling ve Fadel, 2009). Öğrenme ve yenilenme becerileri içerisinde yer alan problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve iletişim becerileri gibi beceriler aynı zamanda ortak beceriler olarak belirtilmektedir (Topçu, 2021). Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (2015) kapsamında ilköğretimden yükseköğretime ve diğer öğrenme yollarını da içerecek şekilde belirlenen yetkinliklerin ortak becerileri olarak belirlenmiştir. Ortak beceriler iş yaşamının en çok ihtiyaç duyacağı beceriler olarak görülmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Öğrenme ortamları 21. yy. becerilerin kazandırılmasına özellikle ortak becerilerin kazandırılmasına uygun düzenlenmelidir.

Öğrenme, teknoloji ile çok yakın bağlar içinde olan 21. yy. kuşağı için etkileşimli, bireyselleştirilmiş, işbirlikçi, yaratıcı, yenilikçi hale getirilmelidir (Trilling ve Fadel, 2009). 21. yy. öğrenme ortamları öğrencilere zengin aktivite içeren, öğrenme imkanları sunan, teknoloji alt yapısına sahip, farklı öğrenme yaklaşımlarına (proje tabanlı, probleme dayalı, işbirliğine dayalı vb.) yer verilen, öz değerlendirme içeren ve biçimlendirici değerlendirme sağlayan öğrenci merkezli ortamlar olmalıdır (Beers, 2011 akt. Topçu ve Çiftçi, 2019). Süreç sonunda öğrenciler, karmaşık problemleri çözmeye aktif, sorumlu, yenilikçi, uyumlu, inisiyatif alabilen, alanında uzman ve okuryazar bireyler olma hedefine ulaşmış olmalıdırlar. Özetle 21. yy. beceri ve yeterliliklerine sahip, 21. yy.'a uyumlu, geleceğin nitelikli işgücünü temsil eden bireyler yetiştirme hedefine ulaşılması beklenmektedir.

Beers (2011) yaptığı çalışmada öğrenme hedeflerine ulaşabilmek için 21. yy. becerilerinin öğrenme ortamlarına entegrasyonu ilkelerini belirtmiştir. Buna göre öğrenme ortamları;

1. Gerçek hayatla örtüşen problem durumları sunma,
2. Problem ve projelere odaklanan işbirliğine dayalı derinlemesine öğrenme ortamları yaratma,
3. Öğrencilere üst bilişsel faaliyetler ve düşünme süreçlerini anlama, izleme imkanları sağlama,

4. Öğrendiklerini analiz etme, organize etme ve paylaşımlarına imkan sağlama,
5. Öğrencilere karmaşık problemleri çözmeleri için ortamlar sunarak üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini sağlama,
6. Öğrencilere işbirlikli öğrenme ortamları sunma,
7. Öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu almaları, birlikte çalışma ve öz yönelimli olmaları,
8. Öğrencilerin yaşam ve kariyer becerilerinin gelişmesine yardımcı olmaları,
9. Öğrencilere ele alınan konular, kavramlar ve düşünceler arasında ilişki kurmalarını sağlama özelliklerine sahip olmalıdır (Beers, 2011 akt. Öğretir Özçelik ve Tuğluk, 2019, s. 103).

21. yy. becerilerinin öğrenme ortamlarına entegrasyonunu kolaylaştıran durumlardan biri seçilen konunun özellikleridir. 21. yy. becerilerinin STEM sınıflarında kazandırılabilmesi için sosyobilimsel konuların önemli bir bağlam olduğu görülmektedir (Öztürk ve Bozkurt Altan, 2020). Bireylerde eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iletişim gibi öğrenme ve yenilenme becerilerini, analiz etme, karar verme ve muhakeme gibi üst düzey becerileri, duyuşsal becerileri ve ilgili diğer 21. yy. becerilerin kazandırılabilmesi için sosyobilimsel konular, STEM eğitiminde lokomotif görevi göreceği düşünülmektedir.

2.1.2.2. Öğrenme ve yenilenme becerileri. Eğitim sürecinden geçmiş bireylerin üst düzey düşünme becerileri, yenilikçi ve yaratıcı becerileri kapsayan 21. yy. becerilerini uygulayabilmesi beklenmektedir (Can ve diğ. 2016). 21. yy. becerilerinin P21'e göre üç ana kolundan biri öğrenme ve yenilenme becerileridir. Öğrenme ve yenilenme becerileri 21. yy. becerileri arasında bilişsel becerileri temsil eden becerilerdir (Gözüm, 2019). P21 becerileri, öğrencilerin hem iş hayatına hem de gündelik yaşama hazırlanmalarını ve başarılı olmalarını sağlayan problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, inovasyon, işbirliği ve iletişim gibi becerileri içermektedir (P21, 2011).

2.1.2.2.1. Yaratıcılık ve inovasyon. Yaratıcılık geçmişten günümüze insanların üretmiş olduğu fikirlerin farklılığından yararlanarak üretilen ürünlerin tarih boyunca sürekli değişim ve gelişim göstermesini sağlamıştır (Gözüm, 2019). O nedenle yaratıcılık bireylerin beynini analitik ve sezgisel olarak çalıştırabilen, seçim yapmayı, inisiyatif almayı gerektiren deneme yanılma süreci, resmi farklı bir bakış açısından bakabilme becerisi, doğaçlama yapabilme olarak ifade edilebilir (Pölönen, 2020). Yaratıcılığı

geliştiren tekniklerden biri beyin fırtınasıdır. Beyin fırtınası, fikir üretme teknikleri ile geliştirilen fikirlerin analiz edilip açıklanmasını ve değerlendirilmesini kapsar. Üretilen fikirlerin denenmesi sürecinde hatalar olabilir fakat bu durum öğrenme fırsatı olarak değerlendirilmelidir. Yeni fikirlerin üretilmesi ve uygulanması, grup içi paylaşımlarla etki gücünü artırır (P21, 2011).

Yaratıcı fikirlerin üretildiği, analiz edildiği, denendiği, dönütler sonucunda uygulamaya dönük karar vermeyi kapsayan bir sürecin sonunda üretilen, yenilik (inovasyon) olarak adlandırılmaktadır (P21, 2011). İnovasyon yeni fikirleri üretmek, açıklamak, uygulamak ve değerlendirmektir. İnovasyon yaratıcılık ve hayal gücünü bir araya getirerek değer katar ve yeni uygulamalar ortaya koyar (Davies ve McGregor, 2020). Yaratıcılık becerisinin eğitimle geliştirilmeye çalışılması inovasyonların toplumda artmasına ve topluma fayda sağlamasına yardımcı olur (Öğretir Özçelik, 2019; P21, 2011).

Yaratıcılık becerisi her bireyde mevcuttur fakat yaratıcılık becerisinin gelişmesinde bireydeki olay ve durumlara karşı sergilenen merak bireyin yaratıcılığının gelişimini hızlandırmaktadır (Gözüm, 2019; Öğretir Özçelik, 2019). Yaratıcılık, yaşam süreci içerisinde veya eğitimlerle geliştirilebilmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Önemli olan bireylere yaratıcılıklarını ortaya çıkarabilecekleri meraklanmalarını, motive olmalarını ve meraklarını gidermelerini sağlayacak ortamlar sunmak, fırsatlar sağlamaktır. Cropley (1997)'ye göre bireylerin yaratıcılıklarının gelişebilmesi için sosyal ortamlarda işbirliği içerisinde fakat bireysel öğrenmeye ve özgür düşünmeye izin veren, öğrencileri ve düşüncelerini koşulsuz kabulle dinlenebildikleri, esnek ortamlar yaratılmalıdır. Yaratıcı öğrenme ortamlarında bireylerin öz değerlendirmeler yapabildiği, sorgulamaya açık, farklı ortam ve malzemelerle çalışabilecekleri, başarısız olma durumunda destek görebilecekleri ortamlar yaratılmalıdır (Gözüm, 2019; Öğretir Özçelik, 2019). 21. yy.' da yaratıcılık becerisinden beklenen bireylerin sosyal, akademik ve iş yaşamına yansımaları ve görünür hale gelmesidir.

Yaratıcı düşünme ile ilgili farklı bilim insanları tarafından yedi yaklaşım ortaya atılmış bulunmaktadır. Bunlar; psikoanalitik, hümanist, çağrışımcı, gestalt, faktöryalist, algısal ve çoklu zeka yaklaşımıdır. Bunlardan faktöryalist yaklaşım 1985 yılında Guilford tarafından ileri sürülmüş bir yaklaşımdır. Faktöryalist yaklaşım zekanın işlemler, ürünler ve içerikler olmak üzere üç boyutunu açıklamaya çalıştığı Zihnin Yapısal Modeli'ni ortaya atmaktadır. Zihnin Yapısal Modelinin işlemler boyutunda zihnin bellek, bilişsellik, iraksak ve yakınsak düşünme bölümlerine değinilmektedir. İçerikte kullanılan materyallere,

ürünlerde bilgiye nasıl erişildiğinden bahsedilmekte olup yaratıcılık, işlemler boyutunda iraksak ve yakınsak düşünce ile bağdaştırılmaktadır (Gözüm, 2019).

Yaratıcı düşünme, eğitimde bireylere proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, argümantasyona dayalı öğrenme ve işbirliğine dayalı öğrenme gibi birçok öğrenme modeli ile kazandırılabilir. Öğrenme ortamları ve etkinlikler yukarıdaki gibi çağdaş öğrenme modelleri çatısı altında uygun yöntem ve tekniklerine göre düzenlenmelidir. Bunlardan biri de STEM eğitimidir (Deniş Çeliker, 2021). Özellikle mühendislik tasarım temelli öğrenmede olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında yaratıcılık geliştirmeye destek verilmekte olup STEM eğitimi süreç boyunca yaratıcılık ve inovasyona odaklandığı açıkça ortadadır. Nitekim birden çok disiplinin bütünleştirilmiş olarak öğrenme ortamlarına yansıtıldığı durumlarda öğrencinin risk alabildiği, duygu ve düşüncelerini açık bir şekilde sunabildiği ortamlar yaratıldığında öğrencilerin katılımının desteklendiği, üst düzey bilişsel özelliklerinin arttığı görülmektedir. Bu durum öğrencilerin soru sorarak, bağlantılandırarak, ilişki kurarak ve eleştirel yaklaşarak aydınlanmalarına, yaratıcılıklarının geliştirilmesine yardımcı olur (Davies ve McGregor, 2020).

2.1.2.2.2. Eleştirel düşünme ve problem çözme. Eleştirel düşünme karmaşık sistemlerin çözülmesine dönük farklı bakış açılarını dikkate alma, analiz etme, ilişkilendirme, çıkarımlar yapma ve değerlendirmeler yapmadır (P21, 2011). Farklı kanallardan elde edilen bilgilerin analiz edilmesi, değerlendirilmesi, sorgulanması ve sentezlenmesini kapsar. Böylece bireylerin bilgiyi anlamlandırmasını, içselleştirmesini ve yaşamlarına uygulamalarını kolaylaştırır (Seven, 2019). Eleştirel düşünme herhangi bir konuda ne düşündüğümüzü, başkalarının ne düşündüğünü karşılaştırma fırsatı verir. Gerçek problem veya durumlara mantıklı açıklamalar getirmeye çalışır (Nosich, 2015).

Fen bilimleri dersi konu yapısı, çeşitliliği ve yaşamla ilişkiliği açılarından eleştirel düşünmenin geliştirilmesine uygun öğrenme ortamları oluşturmaya uygun disiplin alanlarından biri olarak düşünülebilir. Nitekim fen bilimleri öğretim programlarında 2005 yılından itibaren köklü değişiklikler yapıp eleştirel düşünme başta olmak üzere birçok önemli beceri ön plana çıkarıldığı görülmektedir (Tekbıyık, 2018a). Sosyobilimsel konular (SBK) açısından yoğun örneklerle sahip olan fen bilimleri dersi, öğrenme sürecinde öğrencileri araştırma yapma, bilgileri analiz etme, tartışma, empati kurma, birbirlerinin düşüncelerine saygılı olma ve değerlendirme yapma fırsatı sunar (Bakırcı, 2021). Bu durum öğrencilerde değişen koşullara uyum sağlayabilme, problem çözme, analiz edebilme, özgür düşünme, empati ve mantık yürütme gibi becerilerin gelişmesini sağlar.

Eleştirel düşünme 21. yy.'a birey yetiştirme konusunda lokomotif beceri olduğu düşünülmektedir. Tasarım sürecinin her aşamasında eleştirel düşünme becerisi uygulamalarına rastlanmakta olup özellikle tasarım sürecinin başlarında yoğun olarak uygulanması tasarım sürecinin doğru başlamasına ve ilerlemesine destek olur.

Eleştirel düşünme bireylerin konulara farklı açılardan bakabilmesini ve yaratıcı düşünebilmesini destekler. Yaratıcılık var olan ya da oluşan problemlerin çözülmesini kolaylaştırır (Pölönen, 2021). Problem, bireyin hedeflerine ulaşma sürecinde onu engelleyen, zorlayan, çözülmesi gereken durumlara, problem çözme ise, problemin ortadan kaldırılmasına yönelik sonuç çıkarmaya denir (Özcan, 2021). Problemin tanımlanması, analiz edilmesi, çözüm yollarının belirlenmesi ve uygun olan çözümlerin seçilip karar verilmesi gibi problemin çözülmesine yönelik çabaların hepsini kapsayan bilişsel ve davranışsal bir süreçtir (Karabulut ve Ömeroğlu, 2019). Problem çözme bir problemi farklı açılardan yorumlayabilme, çok yönlü düşünebilme gerektirir. Problem çözme sebep sonuç ilişkilerini ayrıntılandırma, karşılaştırma ve çıkarımlar yapmaktır (Öğretir Özçelik, 2019). Problem çözme süreci tanıdık olmayan problemlere karşı daha iyi çözümler sunabilmek için doğru soruları belirleme ve sorma gerektirir (P21, 2011). Problem çözmeye yardımcı olabilecek tüm becerilerin geleceğin becerileri haline gelmesi beklenmektedir (Pölönen, 2021).

Problemlerin çözülebilmesi için problemi tanımlama, analiz etme, uygun çözüm için kriter belirleme, çözümler önerme, önerilen çözümleri değerlendirme, bir çözümü seçme ve çözümü uygulama gibi birtakım adımların izlenmesi gerekmektedir (Karademir, 2017; Öğretir Özçelik, 2019). Bireyin bu adımları günlük hayatında bilinçli olarak kullanması çok olası değildir. Birey daha çok deneme yanılma, kavrama, içgüdüler yoluyla veya modeller yoluyla problem çözmeyi farkında olmadan kullanabilir. Hangi yaklaşımı nerede, neden ve nasıl kullandığını bilmelidir. Bireylerde yaratıcılığı geliştiren bilimsel bir problem çözme süreci, eğitim öğretim ortamlarında bireylere yukarıdaki benzer işlemsel adımlarla kazandırılabilir. Eğitim ortamlarında örnek uygulamalarla öğrendiği problem çözme becerisini günlük yaşamında ve gelecek hayatında kullanmaya başlar. Böylece bilimsel problem çözme adımlarını uygulamış, kullandıkça da becerisini geliştirmiş olur. Birey problem çözme becerisini kazandıktan sonra deneme yanılma, kavrama, içgüdüler yoluyla veya modellerle problem çözme yaklaşımları arasında geçişler yapabilir.

Bilimsel problem çözme, temeli John Dewey'e dayanan, günümüze kadar birçok bilim insanı ve çalışmada farklılaştırılmış bir problem çözme yöntemidir. Genel olarak problemin tanımlanması ile başlayan süreç, gerekli bilgilerin toplanması ve analiz

edilmesi, çözümlerin sunulması, uygun çözüm veya çözümlerin seçilmesi ve çözümlere karar verilmesi, uygulanması şeklinde devam etmekte ve değerlendirilmesi ile sonlanmaktadır (Karabulut ve Ömeroğlu, 2019).

Problem çözme becerisi adımların birebir takip edilmesi gereken bireylerde geliştirilebilir bir beceri olduğu için sınıflarda etkili iletişimin kullanıldığı grup çalışmalarıyla probleme dayalı öğrenmenin ve harmanlanmış öğrenmenin hakim olduğu aktif öğrenme ortamları düzenlenerek problem çözme becerisi geliştirilebilir (Karademir, 2017). Öğrencilerin karşılaştıkları problemi çözebilmek için sürece aktif katılmaları, o konularda öğrencinin derinleşip uzmanlaşmasını sağlar (P21, 2011). O nedenle 21. yy. öğrenme ortamlarında teknolojinin entegrasyonu kadar sorgulama ve probleme dayalı veya proje tabanlı öğrenme ortamları gibi öğrenciyi ve problem çözmeyi merkeze alan çağdaş yaklaşımlara yer verilmesi üst düzey düşünme becerileri ve 21. yy. becerilerinin kazandırılması için önem arz etmektedir.

2.1.2.2.3. İşbirliği ve iletişim becerileri. Farklı ortamlarda yaşamış, farklı fikir ve bakış açılarına sahip bireylerin birbirleriyle uyumlu çalışabilme becerisine işbirliği becerisi denir (Öğretir Özçelik, 2019; Şengel, 2021). Bayraktar (2019)'a göre işbirliği becerisi, bireylerin aynı amaç için bir araya gelerek karşılıklı bilgi, düşünce ve becerilerinden yararlanabilme ve uyumlu çalışabilmesi olarak tanımlanmıştır. İşbirliğine dayalı çalışma ortamında grubun her bireyi ortak bir hedefe ulaşabilmek için sürece katkı sunar. Grup üyelerinin etkili bir işbirliği içerisinde olması çalışma ortamının motivasyonu yüksek, esnek ve saygılı olmasını sağlar (P21, 2011). Bireyler ortak bir görev için bir plan doğrultusunda hareket ederler ve çabalarlar.

Endüstri alanındaki gelişmeler, gelişmelere uyum sağlayabilen, yenilikler ekleyebilen, inisiyatif alabilen, sorgulayıcı yaklaşabilen, teknolojiye ve takım çalışmalarına yatkın bireylere ihtiyacı göstermektedir (Şengel, 2021). O nedenle ekiple uyumlu çalışabilme, farklı fikirlere saygılı olma, farklı fikir ve uygulamaları kabullenebilme özelliklerine bireylerin sahip olması gerekmektedir. Bu açıdan istendik birey yetiştirilmesinde işbirliği becerisinin yerinin önemli olduğu görülmektedir. Bireylerin çalışma ortamlarında ortak karar almaları, planlama ve iş bölümü yapabilmeleri, sorumluluk alabilmeleri, uyuşmazlık noktalarını çözebilmeleri, farklı fikirlere açık, birbirlerini destekleyen, kısa dönütler veren, saygılı ve ortak bir amaç için çıktıkları süreci sabırla tamamlamaları etkili işbirliği içerisinde olduklarını göstermektedir (Bayraktar, 2019; Şengel, 2021).

İşbirliği becerisinin geliştirilmesi sırasında önemli olan, grup içindeki iletişimdir. İletişim, başkalarının fikirlerini anlama, yorumlama, kendi fikirlerini başkalarına kabul ettirme, farklı fikirleri değerlendirme ve karar vermedir (Öğretir Özçelik, 2019). Bireyler iletişim sırasında yazılı, sözlü veya sözsüz iletişim türlerini tercih edebilirler. İletişim becerisi önemli beceriler arasında yer alır. Fakat grup içinde iletişim etkili olmalıdır. Etkili iletişimin en önemli adımı etkin dinlemedir (P21, 2011). Bireyler grup içinde etkili iletişim için aynı anda iki veya üç iletişim türünü birden kullanabilirler. 21. yy. etkili iletişim anlayışı doğru, akıcı konuşma-yazma, elektronik araç gereçlerle birlikte öğrenme boyutuna doğru geniş ve derin bir yelpaze çizmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Karşımızdaki kişilerin anlayabileceği şekilde iletişim türleri vasıtasıyla kendimizi doğru ve anlaşılır ifade edebilme çağımızın iş ve sosyal hayatında başarılı ve mutlu insanlar anlamına gelmektedir (Seven, 2019). Nitekim son yıllarda düzenlenen fen bilimleri, Türkçe ve Sosyal bilgiler öğretim programlarında ve yapılan akademik çalışmalarda işbirliği ve iletişim becerilerinin 21. yy.'daki önemi vurgulanmış olup en çok değinilen beceriler arasında yer aldığı görülmektedir (Yazıcı, 2021). 21. yy becerilerinin okullarda öğrencilerin öğrenmesi sağlanması, nasıl öğretilmesi gerektiği önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır (Ormancı, 2021). İletişim ve işbirliği becerilerinin en etkili kazandırıldığı öğrenme ortamlarından biri mühendislik tasarım süreci eşliğinde yapılan STEM uygulamalarıdır. Tasarım süreci boyunca öğrenciler etkili iletişim ve özverili işbirliği becerilerinin geliştirilmesi fırsatı bulmaktadırlar.

2.1.3. Yaratıcı Problem Çözme Becerisi

Toplumların kabul gören becerileri, dönem koşullarına göre değişim göstermektedir. İlk çağlarda kas gücüne daha çok ihtiyaç duyulurken, bilginin hızla artmasıyla beyin gücüne ihtiyacın arttığı görülmektedir. Hızlı değişen, çoğalan bilgiyi kontrol etmek zorlaşmaktadır. Bilgi üretimi ve bilgi kaynaklarının fazlalığı ve bu kaynaklara ulaşımın kolaylığı sebebiyle en önemli becerilerden biri bilgiyi kontrol etme, seçme ve yönetme olacağı düşünülmektedir. O nedenle gelecekte kas gücü ve bilgi gücü yerine yaratıcı problem çözücülere ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir (Harari, 2018; Pölönen, 2021). Problem çözme ve yaratıcı problem çözme arasındaki farklılıklar, sürecin yönetiminde yaratıcılık kavramının önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yaratıcılık, çocukluk döneminde genellikle mevcutken, büyüme süreciyle birlikte zaman içinde bu yaratıcılığın sınırlanabileceği ifade edilmektedir. Bu sınırlama, genellikle alınan

eğitim sürecinden kaynaklanmaktadır. Bireylerin özgün, doğal ve sezgisel süreci takip etmesi yaratıcı problem çözme olarak tanımlanmaktadır (Öğretir Özçelik, 2019).

STEM eğitimi kapsamında yaratıcılık ve yenilik göstergesi olarak alan yazında birçok robot çalışmaları olsa da herhangi bir insan eliyle üretilmiş makinenin (robotlar dahil) problem çözmeyle ilgili en iyi tahmini ya da tahminleri üreticisinin yükleyebildiği olasılıklar kadar olacaktır. Robot çalışmaları tek bir kişinin ya da grubun hayal dünyası ile sınırlı olarak düşünülebilir. İlerde olasılıkları kendi içinde birleştirebilen yeni çıkarımlar yapabilen makineler insan eliyle üretilse bile robotlar gibi teknolojik sistemlerin yaratıcı problem çözme becerisi sınırlı kalacaktır. O nedenle feni, teknolojiyi ve diğer disiplinleri geliştirebilmek için en önemli araç yaratıcılık olduğu için yaratıcılık ve yaratıcı problem çözme becerisi gibi insana, durumlara, koşullara, olasılıklara göre değişen becerilerin gelişiminde insan faktörü, insanların eğitilmesi faktörünün hep önemini koruyacağı düşünülmektedir. Hatta ileriki yıllarda yaratıcı problem çözme üzerine yaratıcı problem çözücülüğu adında bir meslek alanı oluşması beklenmektedir (Pölönen, 2021).

Bireyin yaratıcılığını farketmesi ya da ortaya çıkarması için başlangıç olarak onlara uygun ortamlarda, yaratıcı bireylerle çalışması ve kendi özelliklerinin farkında olması gerekmektedir (Öğretir Özçelik, 2019). Sonrasında yaratıcı problem çözme için bir süreç takip edilmesi gerekmektedir. Özkök'e (2004) göre yaratıcı problem çözme süreci; analiz etme ve araştırma, sürecin çevresini ve sınırlarını belirleme, bilgi toplama, alternatif çözümler üretme, en iyi çözümü seçme, çözümü geliştirme, prototip oluşturma, test etme ve değerlendirme ve yeniden tasarım ve düzeltme olmak üzere dokuz aşamadan oluşmaktadır. Yaratıcı problem çözme süreci çokça fikrin kısa sürede üretildiği beyin fırtınası kullanılır (Özkök, 2004). Üretilen fikirler arasında uygulanabilir fikirler elenerek kabul gören fikir sayısı azaltılır. Uygun olduğu kararı verilen fikirlerden bir çözüm ya da çözümler oluşturulmaya çalışılır. Bu kısım bir mühendis gibi çalışmayı gerektirir (Özcan, 2021). Bu nedenle mühendislik tasarım süreci ile benzerlikler gösterdiği düşünülmektedir. Mühendislik tasarım süreci ile yaratıcı problem çözme sürecinin benzer nitelikleri Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) (2015) ve Özkök'e (2004) göre Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. *Mühendislik Tasarım Süreci ile Yaratıcı Problem Çözme Süreci Benzer Yöntemlerinin Karşılaştırılması*

Aşama	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	Yaratıcı Problem Çözme Becerisi (Özkök, 2004)
1	Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	Analiz etme ve araştırma Sürecin çevresini ve sınırlarını belirleme
2	Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	Bilgi toplama
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Alternatif çözümler üretme
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	En iyi çözümü seçme
5	Prototipin Oluşturulması	Çözümü geliştirme Bir prototip oluşturma
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Test etme ve değerlendirme
7	Çözümlerin Sunulması	
8	Yeniden Tasarlama	Yeniden tasarım ve düzeltme

Yaratıcı büyük fikirleri ortaya atan bireyler yetiştirmek için bireylerin yaratıcı küçük fikirlerini desteklemek gerekmektedir (Davies ve McGregor, 2020). Yaratıcı problem çözme sürecinde sorular, notlar ve grafiklerle öğrenme desteklenmelidir (Deniş Çeliker, 2021). Yaratıcı problem çözme sürecinde disiplin alanları ve durumlar arasında aktarılabilen soru sorma, problem çözme, veri toplama yorumlama, analiz etme ve değerlendirme gibi ortak beceriler bulunmaktadır (Davies ve McGregor, 2020). Yaratıcı problem çözme uygulamasını bilgisayar kullanarak 2012 yılında PISA programında uygulatmıştır. Dünya genelinden 44 ülkenin katıldığı değerlendirmede Türkiye 34. sırada yer almıştır (Öğretir Özçelik, 2019). Son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle STEM eğitiminin ülkemizde büyük ilgi görmesi ile öğrencilerde yaratıcılık, problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerisinin tespiti ve geliştirilmesine yönelik çalışmalarının artmakta olduğu görülmektedir. Bu durum Pölönen'in (2021) 21. yy.'ın yeni meslekleri arasında öngördüğü yaratıcı problem çözümlüğü mesleği için bireylerin yetiştirilmesi için ortam yaratma, çözüm üretme anlamına gelme ve 21. yy. koşullarına uyum sağlayabilen bireyler yetiştirme açısından umut verici olarak görülmektedir.

Sonuç olarak, eğitim sistemlerinin yaratıcılığı destekleyici politikaları benimsemesi, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve yaratıcılıklarını sınırlamadan korumalarına katkıda bulunabilir. Bu sayede, bireyler, yaşamları boyunca karşılaştıkları zorluklara yaratıcı çözümler bulma konusunda daha donanımlı olabilirler.

2.1.4. STEM Okuryazarlığı (SOY)

Fen okuryazarlığı ve bilim okuryazarlığı kendi içlerinde birden çok disiplinin birleşmesi ile oluşan disiplinlerarası okuryazarlık türleridir. Fakat son yıllarda STEM eğitiminin öğretim programlarında ve akademik çalışmalarda geniş yer kaplamasıyla fen

okuryazarlığı ve bilim okuryazarlığı tanımlarının literatürde düzenlendiği açıklamalara rastlamak mümkündür. Fakat bilim ve fen okuryazarlığı hedeflerinin ve uygulamalarının yeni nesil için STEM disiplinleri arasında sadece bir disiplinini (science) kapsamından dolayı tam tanımlayıcı olmadığı düşünülmektedir. Nitekim, STEM eğitimi sürecinde öğrencilerin yapılan uygulamaları anlaması ve öğrenmesi için sahip olmaları gereken temel bilgiye SOY denilmektedir (Bülbül ve Sözbilir, 2017). Aynı şekilde STEM eğitimi disiplinlerarası bir yaklaşım olmasının yanında birden çok disiplin alanının bütünleşme kombinasyonları ile yeni birleşimlerin, kombinasyonlara bağlı farklı çözüm ve tasarımların ortaya çıkması söz konusudur. STEM eğitiminin ve dolaylı olarak SOY'un bu boyutuna Bülbül ve Sözbilir (2017) derin STEM eğitimi olarak yorumlamaktadır. Bülbül ve Sözbilir'e (2017) göre STEM disiplinleri arasındaki karmaşık bağlantıların görülmesine yardımcı olan öğrencilerin daha çok bilgiye sahip olmalarını gerektiren boyuttur. Bu durum Zollman'ın (2012) da belirttiği gibi disiplinlerin bireylere katkı sunduğu kazanımlardan çok daha fazlası olduğu fikri ile örtüşmektedir. Fen okuryazarlığı, daha geniş tabiriyle bilim (bilimsel) okuryazarlığı en az iki disiplin alanının entegrasyonu ile ortaya çıkan STEM eğitimini, yaklaşıma yönelik okuryazarlığı açıklamakta yetersiz kalacağı düşünülmektedir.

Disiplinlerarası ve disiplinler ötesi STEM eğitiminin kendisini oluşturan disiplin alanları ve konuyla ilgili diğer disiplinler ile gerçek hayat problemlerine çözümler arama sürecinde bireylerde bilgi, beceri, yetkinlik ve okuryazarlıkları artırmayı amaçlamaktadır (Sarıtaş, 2021). Kendisini oluşturan disiplinler ve konu ile ilgili diğer disiplinlerin okuryazarlıklarını bir arada yorumlayan SOY'dur (Çevik, Şentürk ve Abdioğlu, 2019; Sarıtaş, 2021). SOY ileri düzeyde problem çözücü, yenilikçi, teknoloji uzmanı 21. yy. çalışanlarında hedeflenen temel yetkinliklerden biridir. SOY STEM uygulamaları sonucunda öğrencilerde ulaşılması beklenen sonuçtur (Techakosit ve Nilsook, 2018). Fakat STEM eğitiminin uygulanması için okullarda her disiplinin ayrı ders olarak okutulması, okul şartları, öğretmen yeterliliği gibi zorluklar bulunduğu için (Çevik, Şentürk ve Abdioğlu, 2019). STEM dersi şeklinde öğretim programında ayrı bir dersin yer almaması SOY'un geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Başka açıdan STEM'in birden çok disiplinin birleşiminden oluşması ve her bir disiplinin okuryazarlıklarını kapsamı düşüncesiyle SOY tanımlama ve uygulama zorluğundan dolayı hak ettiği ilgiyi görmediği düşünülmektedir. Nitekim Zollman (2012) bu konuda SOY'u kendisini oluşturan disiplinlerin her birinin okuryazarlıkları ile ayrı ayrı tanımlayıp bir araya getirmeye çalışmanın SOY'a zarar vereceğini belirtmektedir. STEM disiplinlerinin bir araya gelerek

oluşturdukları bütünleşmeden doğan sinerjiyi bozacağını belirtmektedir. Ayrıca Zollman (2012) SOY'u oluşturan her bir disiplinin okuryazarlığı ile tanımlamanın bireyin ekonomik ve sosyal ihtiyaçları ile açıklayacağını kişisel ihtiyaçlarını yok sayacağını, STEM okuryazarlık boyutlarında kişisel ihtiyaçların önemini belirtmektedir.

SOY STEM eğitiminin ana amaçlarından biridir. Ekonomide önceliği olan STEM'in okullarda uygulanması ve ülkelerin geleceğe hazır olma durumunun bir ölçüsü olarak SOY'dur (Falloon, Hatgizianni, Bower, Forbes ve Stevenson, 2020). 2018 MEB fen bilimleri öğretim programında fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin bütünleştirilmesinden, bütüncül bakış açısı, disiplinlerarası kavramından; 21. yy. becerileri açısından yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerilerinden bahsedildiği görülmektedir. Fakat bireylerde problemlere karşı disiplinlerarası bakış açısı ve dünya görüşü oluşturma hedefi okuryazarlık açısından fen okuryazarlığı ile bağdaştırılmaktadır (MEB, 2018a). Halbuki STEM eğitiminin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik gibi ana disiplinleri yanında çevre, din, sanat, tarım, sosyal bilgiler gibi birçok disiplin alanı ile birleştirilen STEM eğitimi türlerinin olduğu günümüzde, öğretim programlarında ilgili tüm disiplinlerin bütünleşmesini ve aralarında doğacak olan sinerjiyi göz önüne alarak öğretim programlarında SOY kavramını tanımlama, açıklama yapma ve öğrenciler için öğretim hedef ve uygulamalarına ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Bireylerde SOY'u geliştirebilmek için öncelikle STEM'i oluşturan disiplin alanları, okullarda ayrı ayrı ele alınmamalıdır (Zollman, 2012). O nedenle okullarda SOY'u geliştirebilmek için programda teknoloji tasarım, matematik ve bilim uygulamaları öğretim programları düzenlenip bütünleştirilerek STEM öğretim programına ve dersine yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Böylece ayrı ayrı disiplinler üzerinden STEM uygulamaları oluşturmak yerine STEM disiplinlerinin birbirlerine ve öğretim programına entegre edildiği öğretim program ve uygulamalarına yer verilmiş olur. Öğretim programlarında haftada 4-6 ders saati şeklinde planlanarak 21. yy. bireylerine 21. yy becerileri kazandırma ortamları yaratılmış olup 21. yy. toplumlarının ihtiyacı olan nitelikli iş gücü ihtiyacının karşılanabileceği düşünülmektedir. İkinci olarak içerik ve pedagoji ile bütünleştirilmelidir (Zollman, 2012). Bu alanda yapılmış birçok akademik çalışma içerisinde entegrasyon örneği olarak STEM uygulamaları yer almaktadır. İlgili kaynaklardan yararlanılabilir. Eksik uygulamalar tamamlanabilir. Üçüncü olarak öğrencilerin tutum, motivasyon, inanç, özgüven ve özsaygıları dikkate alınarak öğrenciler bu konularda desteklenmelidir (Zollman, 2012). Son olarak öğrenciler teknolojiyi verimli ve pratik bir şekilde kullanabilmelidirler. Günümüz öğrencilerini göz önüne aldığımızda

teknoloji kullanımı konusunda öğrencilerin bu koşulu sağlayabilecekleri düşünülmektedir. Kısacası SOY’u bireylerde geliştirebilmek için konu veya problemle disiplin alanları okuryazarlıkları, kişisel, ekonomik ve sosyal ihtiyaçlar ve bilişsel, duyuşsal ve psikomotor öğrenme alanları olarak üç unsura katkı sağlaması gerekmektedir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; Zollman, 2012).

SOY hayatın içerisinde öğrenmeyi sağlamak ve devam ettirebilmek için edinilen bilgi, beceri, prosedürler, kaynaklar ve üstbilişsel kapasitelerden oluşan bir araçtır (Zollman, 2012). Bu sebeple ülkelerin ekonomik açıdan büyümelerini sağlamak için STEM konusunda uzmanlaşmış birey becerilerine ve yüksek SOY anlayışına sahip bireyler yetiştirilmesi önem arz etmektedir (Falloon ve diğ., 2020).

SOY’un bireyin sosyal, ekonomik ve kişisel ihtiyaçlarını karşılamasına yönelik bakış açısı nitelikler ve yetenekler konusuna bütünsel yaklaşır. Bybee’e (2010) göre SOY’un dört temel unsuru bulunmaktadır:

1. Sorunları belirlemek, tanımlamak, yeni bilgiler edinmek ve sorunları çözmek için STEM bilgilerini geliştirme ve yeteneği;
2. Sorgulama, tasarım ve değerlendirme açısından STEM çabasının özelliklerini anlama;
3. STEM disiplinlerinin entelektüel faaliyetlerimizi, sosyal, maddesel ve kültürel dünyayı nasıl şekillendirdiğini farketme,
4. Vatandaş olarak STEM zorlukları ve disiplinleriyle uğraşma (s.31).

Techakosit ve Nilsook (2016) yapmış oldukları çalışmada SOY unsurlarını belirlemeye çalışmışlardır. Literatürde bulunan çalışmaların tanımlamalarını inceleyerek 10 alan uzmanıyla SOY’un unsurlarını oluşturmuşlardır. Ardından Techakosit ve Nilsook (2018) yapmış oldukları çalışmada SOY unsurlarını altı yetenek şeklinde açıklamaya çalıştıkları görülmektedir. Buna göre SOY unsurları; STEM problemlerini belirleme yeteneği, yeni bilgi arama yeteneği, STEM kavramlarının uygulanması, STEM kullanarak problem çözme yeteneği, STEM ile ilgili bilgileri iletme yeteneği ve STEM’e dayalı karar verme yeteneği şeklinde ifade edilmiştir.

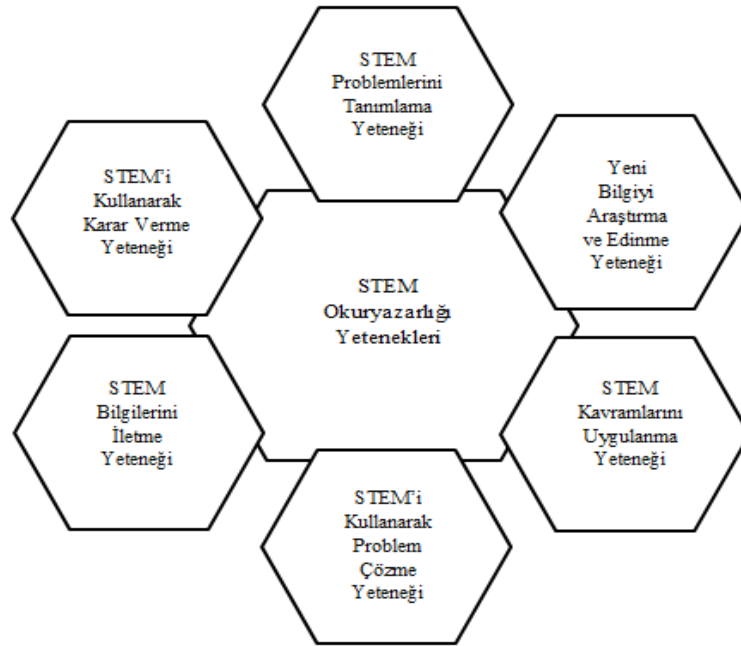
Wannapiroon, Nilsook, Techakosit ve Kamkhuntod (2021) yapmış oldukları çalışmada SOY unsurları, SOY yetenekleri şeklinde belirtilmiş olup benzer şekilde 6 yeteneğe ayrıldığı görülmektedir. SOY unsurlarından farklı olarak yeni bilgi arama yeteneği, yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği olarak; STEM kavramlarının uygulanması, STEM kavramlarını uygulama yeteneği olarak, STEM’e dayalı karar verme yeteneği, STEM’i kullanarak karar verme yeteneği olarak ve STEM ile ilgili bilgileri

iletme yeteneği, STEM bilgilerini iletme yeteneği olarak düzenlendiği görülmektedir. Wannapiroon ve diğerleri, (2021) yapmış oldukları çalışmada alan yazında yer alan SOY tanımlamalarından SOY yeteneklerine yapılan vurguları sentezlemişlerdir. Wannapiroon ve diğerleri, (2021) yapmış olduğu SOY'un sentezlenmesi çalışması Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3. *STEM Okuryazarlığının Sentezlenmesi (Wannapiroon ve diğ., 2021, s. 540)*

STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	Techakosit ve Nilsook (2018)	National Science ve Technology Council (2018)	Bybee (2010)	Kanadlı (2019)	Chae, Purzer ve Cardella (2010)	Yıldırım (2016)	Purzer, Strobel ve Cardella (2014)	Peters-Burton ve Johnson (2018)
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	X	X	X	X				X
Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	X	X	X		X	X		X
STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği	X		X	X	X		X	X
STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği	X	X		X	X	X	X	
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği		X		X		X	X	X
STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği					X	X	X	X

2.1.4.1. STEM okuryazarlığı yetenekleri. Wannapiroon ve diğerleri (2021) yapmış oldukları çalışmada mesleki eğitime STEM okuryazarlığının adapte edilmesi amaçlı SOY yeteneklerini; STEM problemlerini tanımlama yeteneği, yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği, STEM kavramlarının uygulama yeteneği, STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği, STEM bilgilerini iletme yeteneği ve STEM'i kullanarak karar verme yeteneği şeklinde belirtilmiştir.



Şekil 2.2. STEM okuryazarlığı (SOY) yetenekleri (Wannapiroon ve diğ., 2021)

STEM problemlerini tanımlama yeteneği: Birey gerçek dünya bağlamında fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel problemler veya sorular üretir. Problemlerin hangi boyutunun hangi disipline dahil olduğunu belirleyebilir. Gerçek dünya problemlerine veya sorularına fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel bir süreç kullanarak cevaplar arar. Kanıtları, görgü tanıklarını, sorunlara veya sorulara yanıt vermek için gerekli bilgileri toplar ve belirtir.

Yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği: Birey cevapları bulurken kılavuz olarak kullanılacak soru setini belirler. Birden çok kaynaktan gelen bilgileri verimli ve güvenilir bir şekilde sentezler. Araştırma sırasında uygun anahtar kelimeleri kullanır. Farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı bir şekilde bütünleştirir.

STEM kavramlarını uygulama yeteneği: Birey fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel kavramları ve süreçleri, meydana gelebilecek herhangi bir etkiyi dikkate alarak günlük yaşam durumlarına uygular. STEM disiplinlerini bütüncül bir şekilde yaklaşıyor çözümler arar, sunar.

STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği: Birey gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri belirler, seçer. STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanır.

STEM bilgilerini iletme yeteneği: Birey fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi ve birikimleri etkili bir şekilde sunar ve algılar.

STEM'i kullanarak karar verme yeteneği: Birey fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel ilke ve süreçleri kullanarak modern dünyadaki karmaşık konuları tanımlama, eleştirme, yorumlama yapar ve uygun kararlar verir, uygulamalar yapar, önerilerde bulunur.

STEM okuryazarı birey demek gerçek hayat problemleri ile karşılaşıldığında edinmiş olduğu 21. yy. becerilerini kullanarak ait olduğu grubun içinde etkili iletişim becerisini kullanarak, yenilikçi çözümler sunabilen girişimci birey anlamına gelmektedir (İdin, 2017; Karademir, 2017).

STEM disiplinleri ve ilgili konu ile ilgili disiplinlerin (sanat, tarım, çevre, astronomi, din, sosyal vb.) içerik alan bilgisi ve çeşitli disiplin kombinasyonları ile gerçek hayat problemlerine yaratıcı, yenilikçi çözüm ve uygulamalar oluşturabilmek için bütüncül bakış açısıyla, 21. yy becerileri, üst düzey düşünme beceri ve yeteneklerini kullanarak bireyleri toplum ve meslek hayatına hazırlayan, yaşadıkları çağa uyum sağlamalarını kolaylaştıran, toplumsal olarak değişim ve dönüşümü hedefleyen disiplinlerarası, disiplinlerötesi okuryazarlık türüdür. SOY uygulanan çalışmalarla bireylerde STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirilmesini destekler. STEM okuryazarı bireylerin uzmanlaştığı alanlarda risk ve inisiyatif alabilmelerini sağlar. Toplumsal, ekonomik ve kişisel ihtiyaç ve hedeflerini gözönüne alarak bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri ışığında ne zaman, nerde, nasıl kararlar alabileceğini belirler.

2.1.5. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi Yaklaşımı

Türk Dil Kurumu'na göre mühendislik; “mühendis olma durumu” olarak tanımlanmış olup, mühendis ise “insanlığın ihtiyaçlarını karşılamak için iyi bir estetik tasarım ile temel bilimler çerçevesinde en az maliyette, en yüksek verimlilik ve güvenlikte teknoloji veya sistem geliştiren kimse.” olarak tanımlanan Arapça kökenli bir kelimedir (TDK, 2006). Mühendislik, karmaşık problem durumlarını toplumun ihtiyaçlarını gidermek için disiplinlere ait bilişsel alt yapılarını ve süreçleri kullanarak, çözümleyerek sonucunda bir ürün ya da ürünler ortaya çıkarmak olarak da tanımlanabilir. Tüm bu süreçleri uygulayan kişiye mühendis denilmektedir (Sungur Gül, 2020).

Mühendisler günlük hayattaki gerçek, karmaşık problemleri çözmek için matematik, fen bilimleri, teknoloji ve mühendislik gibi disiplinlere yönelik bilgileri

kullanırlar, akıl yürütüp tasarımlar yaparlar (Çorlu ve Çallı, 2017). Problemi çözmek, tasarım yapmakla eşdeğerdir (Bozkurt Altan, 2017a). Mühendis ile bilim insanları arasında birbirine benzeyen veya ayrılan bazı noktalar bulunabilir. Mühendisler herhangi bir hayat problemini çözmeye yönelik öneriler ortaya koyup uygulamalar yaparken, bilim insanları sadece durumları ve altında yatan sebepleri açıklamaya çalışır. Sürecin başlarında yaratıcılık, özgünlük gerektirir, sonunda ise verimlilik beklenir. Verimlilik önceden çözülmüş örnek durumlara göre problemi çözme olabileceği gibi, yeni daha önce hiç yapılmamış bir durumu eldeki bilgi ve deneyimlerle çözme anlamına da gelebilir (Çorlu ve Çallı, 2017).

STEM alanlarının birbirleriyle bütünleştirilmesini sağlayan farklı yaklaşımlara rastlamak mümkün olmakla birlikte fen eğitimine mühendislik disiplininin entegrasyonunu kapsayan yaklaşım mühendislik tasarım temelli fen eğitimidir (Hacıoğlu, Yamak ve Yamak, 2016; Şardağ ve diğ., 2018). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, gerçek yaşam problemlerini içeren, tasarım problemlerini öğrencilerin mühendislik tasarım süreci içerisinde amaçlanan kazanımları için araştırma sorgulamayla birlikte mühendislik tasarımının birlikte alındığı bir yaklaşımdır. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi öğrencilere içinde yenilikler barındıran bir tasarım üretebilmeleri için uygun ortam sunmayı hedeflemektedir (Şardağ ve diğ. 2018; Wendell, 2008). Bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım süreci işbirliği içerisinde problemin belirlenmesi ve çözüme ulaştırılması için bir sürecin izlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Cavaş ve Cavaş, 2018). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, öğrencilerin çözüm üretebilme becerilerini artıran STEM alanlarının birbirleriyle bütünleştirilmesini kapsayan bir yaklaşımdır (Wendell, 2008).

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımında mühendislik disiplinini fen öğretim programlarında en işlevsel entegre etme yöntemlerinden biri mühendislik tasarım sürecidir (Cavaş ve Cavaş, 2018). Mühendislik tasarım sürecinde ele alınan problemler mühendislik disiplini altında fen, matematik, teknoloji (Bozkurt Altan, 2017b) ve ilgili diğer disiplinlerini entegre eden durumlar olması mühendislik disiplini ile diğer disiplinlerin bütünleşmesini sağlar.

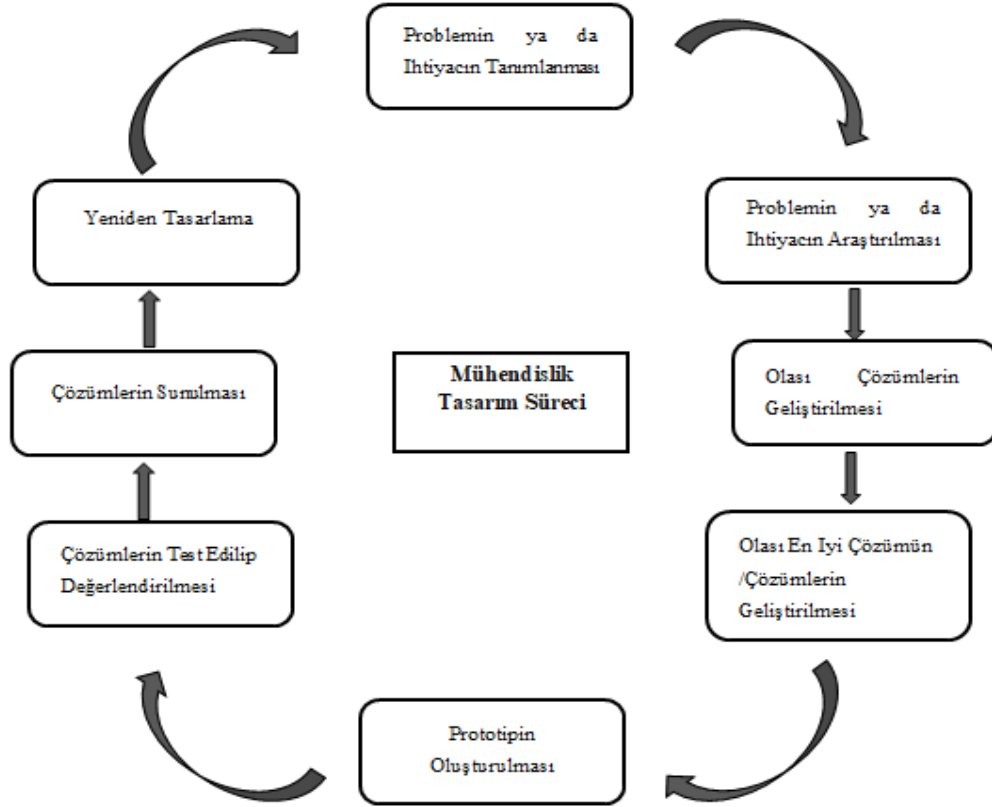
2.1.5.1. Mühendislik tasarım süreci. Mühendislik tasarım süreci, bir problemin çözümünü gerçekleştirebilmek için bir ürün ya da sisteme yönelik tasarımları geliştirmeye rehberlik eden adımlar döngüsüdür (NASA, 2015). Süreç bir problem ile başlar. Öğrenciler başlangıçta problemi ve problemin sınırlılıklarını ve istenen çözümün kriterlerini belirler.

Probleme çözebilmek için disiplinler açısından yapılması gereken araştırmalar belirlenir ve yapılır. Araştırmalar ışığında olası çözüm önerileri sunulur. Muhtemel çözümler arasından kriter ve sınırlılıklara en çok uyan çözüm ya da çözümler tespit edilir. En iyi çözüm ya da çözüme yönelik planlamalar yapılır ve prototip oluşturulur. Oluşturulan prototip test edilir, değerlendirilir. Uygun sunumlar hazırlanır. Sunumlar sonrasında gelen geri bildirimlere göre yeniden ek düzenlemeler yapılır (Aydın Günbatar, Ekiz Kıran ve Öztay, 2022; Bozkurt Altan, 2017b; Ercan, 2014). Mühendislik tasarım süreci belli aşamalardan geçerek varılan son nokta değil, sürekli kendi içinde yenilenerek devam eden döngü olarak ifade edilebilir. Mühendislik tasarım sürecinin kendini sürekli yenilemesi dinamik bir süreç olduğunu da göstermektedir (NRC, 2009). Yenilenme bazen uyumsuz olan bir fikrin düzenlenmesi olabileceği gibi, uyum sağlamış bir fikrin daha iyi hale getirilmesi anlamına da gelebilir (Çorlu ve Çallı 2017) ve döngü sürekli daha iyiyi yakalayabilmek için devam eder (NASA, 2015).

Mühendislik tasarım sürecini diğer öğretim entegrasyon şekillerinden ayıran nokta mühendislik problemlerini çözmek için bir tasarım yapmak veya süreç geliştirmektir (Bozkurt Altan, 2017b). Probleme dayalı öğrenme ve proje temelli öğrenme ile bağlantı içerisindedir (Karataş, 2017; Sungur Gül, 2020). Mühendislik tasarım süreci; bir bireyin tespit edilmiş gerçek hayat problemlerini çözerken mühendislerin nasıl bir yol izlediği ve çalıştıkları konusunda bilgi, deneyim ve farkındalık kazandırır (Topçu ve Gökçe, 2018). Böylece STEM alanları ile bağlantı kurarak öğrencilere bir süreci yönetme, yeni beceriler kazanma ve mevcut becerileri geliştirme fırsatları oluşturur (Şardağ ve diğ. 2018).

Mühendislik tasarım süreci aşamalarının farklı kaynaklarda farklı sayıda aşamaları takip ettiği görülmektedir. Mühendislik tasarım süreci türlerinin STEM eğitimi uygulamalarında seçiminde problem, etkinlik ve katılımcı özellikleri etkilemektedir (Corbett ve Coriell, 2014). Öğrencilerin beceri gelişimlerini desteklemek ve becerilerindeki değişimi ayrıntılı inceleyebilmek amacıyla NASA'nın (2015) belirlediği 8 aşamalı mühendislik tasarım süreci takip edilmiştir. Ayrıca sekiz aşamalı mühendislik tasarım sürecinin beşinci sınıf seviyesindeki işlevselliğini deneyimlemek açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Zira sekiz aşamadan daha çok aşamalı mühendislik tasarım süreci döngüleri ise çalışma grubunun yaş özellikleri itibarıyla seviye üstü olacağı düşünülmüştür.

2.1.5.2. Mühendislik tasarım süreci aşamaları. NASA'ya (2015) göre mühendislik tasarım süreci, sekiz aşamadan oluşan bir süreci izlemektedir. Mühendislik tasarım süreci aşamaları Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Mühendislik tasarım süreci (NASA, 2015)

Problemin ya da ihtiyacın tanımlanması: Öğrencilerin verilen gerçek hayat problemini ve ihtiyaçları belirlemeleri, tanımlamaları beklenir. Verilen örnek olay, senaryo veya hikayeye bağlı olarak öğrencilerin problemi veya ihtiyaçları belirlemek için sorular sormaları ya da sorulan sorulara cevap aramaları gereken önemli bir adımdır. Problemin çözümüne yönelik kriter ve sınırlamaların öğrenciler tarafından belirtildiği aşamadır (Aydın Günbatar ve diğ. 2022). İşbirliği içerisinde çalışan öğrenciler problem veya ihtiyacı kendi ifadeleriyle belirtirler (NASA, 2015).

Problemin ya da ihtiyacın araştırılması: Problem çözümüyle bağlantılı olan disiplinler ve disiplin konularıyla ilgili araştırmalar yapıldığı aşamadır. Çözüme katkı sunması beklenen konu başlıkları araştırılır. Eğer varsa daha önceden yapılmış üretilmiş çalışma ve projelerin internet, kütüphane ya da kaynak kişiler vasıtasıyla incelendiği aşamadır (Aydın Günbatar ve diğ. 2022; Bozkurt Altan, 2017b; NASA, 2015).

Olası çözümlerin geliştirilmesi: Gerçek hayat problemlerinin çözümüne yönelik birden çok çözüm yolu bulunabilir. İnsan yaratıcılığının gelişmesine en çok katkı sunan aşamadır (Ercan, 2014). Sınırlamalar dahilinde kriterlere uygun problemi çözmeye yönelik fikirler üretilir (Bozkurt Altan, 2017b). Probleme yönelik çözümler sunabilmek için beyin fırtınası tekniği kullanılır (Aydın Günbatır ve diğ. 2022). En etkili çözüm ya da çözümler iki ya da üç boyutlu olarak çizilir (NASA, 2015). Çalışmalarını taslak şeklinde raporlaştırırlar (Ercan, 2014).

En iyi çözümün seçilmesi: Olası çözüm önerilerinin alınması sonucunda kriter ve sınırlamalar dikkate alınarak uygulanabilir 2-3 çözüm önerisi ile ilgili grup üyelerinin fikirleri yorumları alınır, tasarımın zayıf ve güçlü yanları grup içinde tartışılır (NASA, 2015). Fikirlerle uygun ihtiyaç malzemeler belirlenir. En uygun tasarım önerisi seçilir ve nedenleriyle beraber açıklanarak gerekçelendirilir (Aydın Günbatır ve diğ. 2022; Bozkurt Altan, 2017b). Bazen seçilen çözüm önerileri arasında en iyi çözüm denilebilecek çözüm bulmakta kararsızlık yaşanabilir. Bu durumda çözümlerden birinden ödün verilmesi gerekir. Çözümlerin problemine kar zarar hesabı yapılmalıdır (Bozkurt Altan, 2017b; Ercan, 2014).

Prototipin oluşturulması: İzlenecek basamakları ve süreci anlatan bir yol haritası elde edilir (Aydın Günbatır ve diğ. 2022). Modül boyunca prototip oluşturma aşamasına kadar doldurulmuş veriler prototip oluşturma aşamasında kullanılır. Önceki araştırmalardan analizlerden yararlanılabilir. Çizimlerin ayrıntılarını somut bir şekilde göstermek için model oluşturulur (Bozkurt Altan, 2017b) Kriter ve sınırlamalara uygun bir prototip yapana kadar süreç devam eder (Ercan, 2014). Uygun modeli oluşturma gerçek malzeme ve araç gerecin belirlenmesinde kolaylaştırıcı görevi görür (NASA, 2015). Bazen model oluşturma imkanı olmadığında sunum şeklinde de prototip oluşturulabilir (Hynes ve diğ. 2011).

Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi: Modelin test şekline karar verildiği, test edildiği ve sonuçların kaydedildiği aşamadır. Tasarımın olumlu ve olumsuz yönleri ve varsa yapılacak olan revizyonlar tartışılır. Problemin çözümünü sağlayıp sağlamadığına karar verilir (NASA, 2015; Aydın Günbatır ve diğ. 2022). Her bir kriter açısından test şekli belirlenir, uygulanır ve sonuçları kaydedilir. Eksiklikler tespit edilir ve nasıl çözüm bulunacağına karar verilir (Bozkurt Altan, 2017b; Hynes ve diğ. 2011; NRC, 2012). En iyi sonuca ulaşana kadar revizyonlar devam eder ve süreç tekrarlanır (Ercan, 2014). Test edip değerlendirme sonucu elde edilen veriler başarı durumu veya iyileştirme gereken durumlarla ilgili bilgi verir (NASA, 2015).

Çözümlerin sunulması: Elde edilen ürünle ilgili bilgiler kriter ve sınırlamalar bakımından düzenlenir. Topluluk önünde sunulur. Geri bildirimler alınır. Revizyon yapılması gereken durumlarda ne gibi düzenlemelere ihtiyaç duyulacağı tartışılır (Aydın Günbatar ve diğ. 2022; Bozkurt Altan, 2017b). Takımlar kendi tasarımları ile ilgili elde ettikleri bilgi ve deneyimleri paylaşırlar. Diğer takımlarda neler yapıldığına ve kendi tasarımlarına dair neler yapılabileceği konularında fikir sahibi olurlar (NASA, 2015).

Yeniden tasarlama: Test sonucu ve sunum sonrası dönütlerle yapılması gereken revizyonlar yeniden neden düzenleneceği açıklanır (Aydın Günbatar ve diğ. 2022). Kriter ve sınırlamalara yönelik bulunmuş olan çözümlerin aksayan yönlerinin daha iyi hale getirilmesi için ek çalışmalar yapılır (Bozkurt Altan, 2017b; Hynes ve diğ. 2011). Gerektiğinde tasarım döngüsü en başından alınır (NASA, 2015).

Mühendislik tasarım süreci sonunda öğrencilerin ortaya bir ürün veya fikir ortaya koyması sağlanarak insan ihtiyaçlarını karşılama ve toplumlara hizmet etme, nitelikli insan gücüne sahip olma hedefine ulaşılmış olunması beklenmektedir. Kendini yenileyen sürekli geliştiren dinamik yapı içerisinde, bireylerin problem çözme, araştırma, sorgulama, yaratıcılık, işbirliği, iletişim, karar verme ve girişimcilik gibi belli başlı 21. yy. becerileri ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesine yardımcı olması amaçlanmaktadır. Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin, fen bilimleri öğretim programı ve uygulamalarında daha fazla yer alması öğrencilerin; fen ve mühendislik disiplinlerine karşı olumlu tutum geliştirmelerini, kariyer seçimine etki etme, fen ve mühendislik öğrenmelerini kolaylaştırıcı olma, aktif ve etkili öğrenmelerini, problem çözme ve yaratıcılıklarının artmasını, eleştirel düşünme, iş birliği ve iletişim becerilerinin gelişmesini, disiplin entegrasyonlarını farketme ve bütüncül bakış açısı geliştirmesini, günlük yaşamla öğretim arasında bağlantı kurabilmelerini, eğlenceli öğrenmelerini, süreç yönetme becerilerinin gelişmesini, cinsiyete bağlı meslek seçimlerini azaltma, el becerisi gibi psikomotor becerilerinin gelişmesini, özgüven ve öz yeterliliklerinin gelişmesini ve disiplinler bazında okuryazarlıklarının gelişmesini sağlar (Cavaş ve Cavaş, 2018, s.123).

Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci karar verme durumlarının yaşandığı ikilem yaşanabilecek durumlarda sosyobilimsel becerilerin önemli olduğu düşünülmektedir. Mühendislik tasarım sürecinin başlangıcında sosyobilimsel becerilerin kullanılması (Öztürk ve Bozkurt Altan, 2020) tasarım sürecinin başından itibaren muhakeme, araştırma, sorgulama, eleştirel düşünme, karar verme gibi sosyobilimsel becerilerin gelişimine olanak tanıdığı düşünülmektedir. Eğer ele alınan problem sosyobilimsel bir konunun parçası ise mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamalarında sosyobilimsel becerilerin gelişimini

destekleyeceği düşünülmektedir. SBK'nın mühendislik tasarım sürecine entegre edilmesi hem bütünleşmeleri güçlendireceği hem de eğitimin verimini kalitesini artıracığı düşünülmektedir.

Tüm anlatılanların ışığında mühendislik tasarım süreci için genel olarak problemin ilgili olduğu disiplin alanlarına yönelik bilgi, beceri ve tutumu artıran, üst düzey düşünme becerileri ve 21. yy becerilerinin gelişmesini sağlayan, sosyobilimsel konularda farkındalık kazandıran, bireylerin disiplin alanlarına ve STEM eğitimine dönük okuryazarlıklarını geliştiren, döngüsel ve dinamik bir yaratıcı problem çözme süreci olarak tanımlanabilir.

Guzey ve diğerleri (2014) fen bilimleri öğretim programlarına mühendislik derslerinin entegre edilmesinin ve uygulamalarının artmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde İnce ve Mısır, (2018) STEM uygulamalarının yapıldığı STEM okulları açılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Nitekim son yıllarda yapılan gerek lisansüstü çalışmalarıyla gerek bilim ve STEM merkezleri atölye çalışmalarıyla da STEM uygulama örneklerinin arttığı görülmektedir. Bu durumun öğretmenlerin STEM uygulamaları konusunda fikir ve deneyimlerinin artmasını sağlayacağı dolaylı olarak sınıf uygulamalarına yansımaları beklenmektedir. NRC'de (2012) örnek problem durumlarının STEM uygulamalarıyla öğretim programlarına mühendislik entegrasyonlarının yapılmasının, öğrencilerin derslere karşı motivasyon ve başarısının artırdığının vurgusu yapılmaktadır.

2.1.6. Sosyobilimsel Konuların Fen Bilimleri Öğretim Programı ve STEM Eğitimi İle İlişkisi

Sosyobilimsel konular (SBK) yapı itibarıyla karmaşık, tartışmalı, çok cevaplı, ikilemlerle dolu durumları bünyesinde barındıran, bilimsel, sosyal yaşamda önemi olan, çoklu bakış açısına ihtiyaç duyulan konulardır (Genç, 2020). SBK arasında iklim değişiklikleri, genetiği değiştirilmiş ürünler, nükleer enerji santralleri, klonlama, çevre sorunları, kök hücre araştırmaları, genom projesi, biyoteknolojik uygulamalar, nanoteknoloji, yapay zeka, organ nakli gibi sosyal hayatı etkileyen durumlar sayılabilir (Öztürk ve Bozkurt Altan, 2020; Tekin ve Aslan, 2021).

SBK'nın önemini fark eden Amerika ve İngiltere gibi batılı ülkeler sosyobilimsel konuları, fen bilimleri öğretim programlarına dahil etmeye başlamışlardır (Topçu, 2021) Türkiye'de sosyobilimsel konuların öğretim programına girmesi Fen-Teknoloji-Toplum (FTT) yaklaşımı ile 2005 öğretim programında yer almış olup 2013 öğretim programıyla FTTÇ yaklaşımının benimsenmesi ile ayrılan bölüm ve verilen önem artmıştır. Fakat aynı

durum 2018 fen bilimleri öğretim programında görülmemekle beraber sosyobilimsel konuların temel bileşenlerden çıkarılarak özel amaçlarda bahsedildiği görülmektedir (Öztürk ve Irmak, 2020). Bu durum STEM eğitimi kapsamında yer alan mühendislik tasarım süreci aşamalarına yer veren ve araştırma sorgulamaya dayalı öğrenmeyi benimseyen (MEB, 2018a) fen bilimleri öğretim programının düzenlenmesi gereken bir nokta olarak görülmektedir. Çünkü STEM eğitiminin sosyobilimsel konuların bağlantıları ile uyumlu olduğu düşünülmektedir (Çevik, 2021).

STEM eğitimi karmaşık konuların derinlemesine öğrenilmesi için konuyla ilgili disiplinlerden yararlanarak çözümler getirmelerini sağlayan disiplinleri bütünleştiren bir yaklaşım olduğu düşünüldüğünde (Çevik, 2021) konu yapısına ya da problemin özelliğine göre alan yazında disiplinleri, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner şekillerde bütünleştirdiği görülmektedir. Bu açıdan çok boyutlu olarak açıklanan sosyobilimsel konuları bireyler incelerken sosyal, kültürel, ekonomik, politik, bilimsel, etik, ahlaki, çevresel, teknolojik şartlarına göre ele aldıkları, karar verdikleri düşünülmektedir (Öztürk ve Bozkurt Altan, 2020). Hem STEM eğitiminin hem de sosyobilimsel konuların çok boyutluluk ve çok disiplinlilik özellikleri iki alanın da hedeflerine ulaşmada ve öğrenmenin kalitesini artırmada güç oluşturacağı düşünülmektedir.

Toplum ya da toplumlara etkileyen, kompleks, tartışmalı, ikilemde, tek bir cevabının olmadığı (Çevik, 2021; Genç, 2020) sosyobilimsel konuların STEM öğrenim ortamlarında ele alınması (Sert Çıbık ve Taşar, 2022), sonrasında STEM eğitimi entegrasyon türleri (STEAM, STEM+S, E-STEM, STEM+R, STEM+A, vb.) ile sınıf ortamlarına uyumlandırılması (MEB, 2016) ilgili konularda öğrencilerin bilgi, deneyim, beceri ve anlayış oluşturmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu durum öğrencilerin gerçek hayat problemlerinde SBK işbirliği ile yaratıcı ve yenilikçi çözüm ya da çözümler sunmasına, ürünler (tasarım, model, proje vb.) oluşturmaya fırsat vermesi anlamına gelmektedir. Böylece öğrencilerin gerçek hayat problemlerinin çözümleri üzerine deneyim kazanma ve derinleşme fırsatı yakalaması beklenmektedir.

SBK'nın tanımı ve özellikleri dikkate alındığında sosyobilimsel konu bileşenleri; bilimsel gelişmeler, sosyobilimsel muhakeme, argümantasyon, bilimsel modelleme, bilimin doğası, risk analizi, karakter eğitimi, sosyal ikilemler, medya, ahlaki ve kültürel değerler yer aldığı görülmektedir (Topçu, 2021). Bireylerin karşılaşılan problemleri kolaylıkla çözebilmeleri, eleştirel düşünebilmeleri, bilimsel tartışmaları yönetebilmeleri, sağlıklı kararlar veren bilinçli vatandaşlar olmaları sosyobilimsel konuların bireylere sağladığı katkı olarak belirtilmektedir (Deliktaş, Ertuğrul ve Topçu 2020). Bu durum

Topçu (2021) tarafından fen okuryazarı bireyler olmalarını sağlayacağı konusunda katkı sağlayacağı belirtilmektedir.

STEM eğitiminin uygulanması ve hedeflerine ulaşmasında mühendislik tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımı ve mühendislik tasarım süreci önemli olduğu düşünülmektedir. Gerek bireylerin sosyobilimsel konulara duyarlılığını artırmada, gerek bireyin bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirmede, gerekse kişisel, toplumsal ve ekonomik ihtiyaç beklentilerini karşılamada önemli olduğu düşünülmektedir.

Toplumsal sorunlar dinamik bir yapıya sahip olduğu için kalıcı çözümler çok mümkün olmasa da etkili çözümler yaratılması mümkündür. Özellikle bilimin, teknolojinin, toplumsal gerçeklerin, ihtiyaçların bu kadar hızlı değişebildiği, sürekli değişim içerisinde olan günümüz toplumlarında kalıcılığı sağlamak zorlaşmaktadır. O nedenle toplumsal gerçek problemlere yeni çözümler üretmeyi en iyi ve ileri seviyede STEM eğitiminin yapabileceği ifade edilmektedir (Sert Çıbık ve Taşar, 2022).

SBK ve STEM birden çok disiplini kapsamı, toplumu ilgilendirmesi (Çevik, 2020) ve gerçek hayat problemlerini ele alması ve üst düzey düşünme becerilerine etki etmesi (İnel-Ekici, 2022; Sürmeli, 2020) açılarından benzerlik göstermektedir. Öğrenme ve yenilenme becerileri, medya okuryazarlığı başta olmak üzere (Sürmeli, 2020) 21. yy becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Hem STEM eğitiminin hem de sosyobilimsel konuların çok boyutluluk ve çok disiplinlilik özellikleri iki alanın da hedeflerine ulaşmada ve öğrenmenin kalitesini artırmada güç oluşturacağı düşünülmektedir.

FTTÇ ve SBK bilim ve toplumsal konular arasında bağlantı kurma, disiplinlerarası karar verme ve yaşam boyu öğrenme anlayışı bilimsel ve ahlaki akıl yürütmeyi gerçek hayat problemlerinde kullanma açısından benzerlik göstermektedir (İnel-Ekici, 2022; Sürmeli, 2020). Tasarım odaklı anlayış ile disiplinlerarası bakış açısı ile FTTÇ kazanımları daha etkili hale geleceği disiplinlerarası bilgi ve beceri kazandırılmasını sağlayacağı düşünülmektedir. FTTÇ ile mühendislik ve tasarım becerileri birçok noktada uyumlu olduğu görülmektedir (Sert Çıbık ve Taşar, 2022). SBK'nın mühendislik tasarım sürecine entegre edilmesi hem bütünleşmeleri güçlendireceği hem de eğitimin verimini kalitesini artıracığı düşünülmektedir. Mühendislik tasarım süreci boyunca öğrenciler üst düzey beceriler, bilimsel süreç becerileri, 21. yy. becerileri, SOY anlayışı kazanırlar. Bunun yanında sosyobilimsel becerilerini (Çevik, 2020) ve FTTÇ kazanımlarını (Sert Çıbık ve Taşar, 2022) kazanma fırsatı yakalarlar.

STEM eğitimine uyumlu oluşturulan FTTÇ ve SBK entegrasyonu öğrenci motivasyonunu artırır. Öğretim ortamını planlı, organize olarak zenginleştirir (Sürmeli, 2020). Bilim okuryazarlığı başta olmak üzere çevre okuryazarlıklarına, biyoçeşitlilik okuryazarlığına, fen okuryazarlığına, STEM disiplinleri alt okuryazarlıklara ve SOY'a katkı sunacağı düşünülmektedir. Öğretim programı dahilinde öğrencilerin karmaşık konularla uğraşmaları, hem gerçek hayatla fen bilimlerini bağdaştırabilmelerini hem de bilime yönelik olumlu tutum geliştirebilmelerini sağlayacağı düşünülmektedir (Çevik, 2021). Bu durum sosyobilimsel konuların SOY anlayışını oluşturma ve sürdürmede destek olacağı anlamına gelmektedir.

STEM eğitimi içerisinde mümkün olduğu ölçüde sosyobilimler konulara yer verilmesi gerekliliği literatürde de rastlanmaktadır. Yenilmez Türkoğlu (2021) fen okuryazarlığının, bireylerin toplumu ilgilendiren genel konu ve olaylara karşı geliştirdikleri bilgi ve beceri olarak tanımlandığı boyutunda, 21. yy. fen eğitiminin öğrencileri güncel hayat problemleri ile meşgul etmeye, onları bu durumlara hazırlamak için tartışma, muhakeme etme ve karar verme süreçlerini deneyimletmeyi amaçlamasında; PISA ve TIMSS türü uluslararası sınavlara ve çıkan sonuçlara ülkelerin verdiği önemin artmasından dolayı, sosyobilimsel konuların fen eğitiminde uygulamaların artması gerektiğini ifade ettiği görülmektedir. Aynı şekilde Topçu (2021), 21. yy. becerilerini ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirme ihtiyacı, değerlerimizi, yetkinliklerimizi, girişimciliği geliştirme ihtiyacı, öğrencilerin fen öğrenmede ilgi ve motivasyon gibi tutumların olumlu yönde geliştirilme ihtiyacı sosyobilimsel konuların fen eğitimi uygulamalarının artmasını gereklilik haline getirmektedir. Yaratıcılık, problem çözme, iletişim, başkalarına saygı duyma becerileri gibi becerileri kapsayan kişisel ihtiyaçların geliştirilme gerekliliği sosyobilimsel konular desteğiyle karşılanabileceği düşünülmektedir (Deliktaş, Ertuğrul ve Topçu 2020). Ayrıca STEM eğitiminde eksik olarak görülen sosyokültürel bakış açısı (Durak ve Topçu, 2020) öğrencilere sosyobilimsel konuların STEM eğitiminde yer verilmesi ile kazandırılacağı ve STEM eğitiminin etki gücünü artıracığı düşünülmektedir. Fen okuryazarlığı, SOY'a göre problemlere bütüncül bakış açısıyla somut çözümler bulma, yenilik üretme (ürün, tasarım, model, proje vb.) konusunda daha sınırlı anlam içermektedir. O nedenle SOY ile gerçek hayat problemlerine karşı bütünsel bir anlayış ve uygulama oluşturma ihtiyacı, küresel konu ve sorunlara küresel bakış açısı, yaşam becerilerini geliştirme ihtiyacı ve küresel yaratıcı çözümler bulma ihtiyacı şeklinde sosyobilimsel konuların fen eğitiminde STEM uygulamalarında yaygınlaştırılması gerekliliğine eklemeye yapılabilir. SBK arasında yer alan konulardan biri de çevre sorunları

başlığı altında biyoçeşitliliğin azalması, biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar ve biyoçeşitliliğin korunmasıdır. Biyoçeşitlilik konusu fen bilimleri öğretim programında beşinci sınıf düzeyinde yer almakta olup kazanımlar öğrencilerde farkındalık oluşturma ve biyoçeşitlilik sorunlarını tartışma düzeyinde işlendiği görülmektedir (MEB, 2018a). Fakat fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel bir konu olan biyoçeşitliliğin STEM eğitimi uygulamalarıyla yenilikçi çözüm üretme ve çözümleri uygulama düzeyine çıkarılarak öğrenciler üzerindeki etki düzeyinin artırılması gerekmektedir.

2.1.7. Biyoçeşitlilik ve Biyoçeşitlilik Eğitiminin Önemi

Dünya'yı doğal olarak ülkemizi etkileyen ve etkileyecek olan gerçek hayat problemleri arasında çevre sorunları olduğu görülmektedir. Çevre sorunları bir toplumda politik, ekonomik, toplumsal, kültürel sorunların yanında toplumları ve diğer canlıları, ekolojik düzeni en çok risk altına alacak sorunlar olarak düşünülmektedir. O nedenle bu konuda ülkelerin önlemler alması, çözümler yaratması ve dönütleri somut olan projeler yürütmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çevre sorunları ve giderilmesi ile ilgili en etkili ve uzun süreli hareket bireylerin eğitilmesidir. Bireylerin eğitilmesinin ülkelere ve Dünya'ya meyvelerini uzun zaman dilimlerinde verse de çözümlerin etkililiği ve kalıcılığı açısından önem arz etmektedir. Nitekim bu durumla ilgili çalışmaların temeli 2. Dünya Savaşı sonrasına dayanmakta olduğu, 1970'li yıllarda yapılan Birleşmiş Milletler bünyesinde çevre eğitimi programlarının hazırlanmasının ve tüm eğitim kademelerinde uygulanmasının önemli olduğu vurgulanmıştır (Ahi, 2017). Türkiye'de çevre eğitiminin ilk olarak programa alınması 1999 yılını gösterse de eğitim kademeleri içerisine yerleştirilmesi Fen- Teknoloji-Toplum-Çevre yaklaşımını önemseyen 2005 öğretim programı olarak görülmektedir (Ahi, 2017). 2013 fen bilimleri öğretim programı kapsamında FTTÇ yaklaşımının genişletilmesi ile öğretim programında daha geniş yer aldığı görülmektedir (Topçu, 2021).

Geleceğimizi ve Dünya yaşamını ciddi tehdit eden küresel çevre sorunlarından ve çevre eğitiminin aciliyeti olan konulardan biri de biyoçeşitlilik konusudur. Biyoçeşitlilik Dünya'daki canlılıktan toplumlara, sağlıktan eğitime, teknolojiden sanayiye, ekonomiden politikaya tüm sistemleri ayakta tutan bel kemiği konulardan biridir. Çünkü Dünya üzerindeki biyoçeşitliliğin fazla, sağlıklı ve dengede olması bugünkü kurulu Dünya sistemini sağlıklı ve dengede yapacaktır (Petrini ve Mancuso, 2021; Wilson, 2020). Fakat bu denge çevre şartlarının bilinçsiz kullanımından oluşan sorunlarının yarattığı canlılar

üzerindeki etkisinden dolayı bozulmaya başlamış son yıllarda bozulma hızlanmıştır. O nedenle ülkelerin biyoçeşitliliğin önemi, korunması ve tehditlerin ortadan kaldırılması ile ilgili somut adımlar atması gerekmektedir.

Birleşmiş Milletler biyoçeşitliliği korunması ve tehdit unsurları konusunda 1990'lı yıllarda Biyoçeşitlilik Çeşitlilik Sözleşmesi yayınlamış olup günümüze kadar birçok toplantıya ev sahipliği yaptığı görülmektedir. Biyoçeşitlilik konusuna küresel düzeyde dikkatleri çekmek amacıyla 2010 yılını Biyoçeşitlilik Yılı, 22 Mayıs tarihi Uluslararası Biyoçeşitlilik Günü olarak belirlenmiştir. Günümüzde Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) gibi topluluklar, akademik çalışmalar, biyoçeşitlilik ve çevre farkındalığı artırmak amacıyla kurulan internet siteleri, bakanlıklar, belediyeler biyoçeşitliliğin önemi, korunması, tehdit unsurlarıyla ilgili vurgulamalarda bulunmaktadır. Ayrıca eğitim-öğretim programlarıyla da desteklendiği görülmektedir.

Biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar ve biyoçeşitliliğin korunmasıyla ilgili farkındalık oluşturma çalışmalarının, alan yazın incelendiğinde geçmişinin uluslararası düzeyde 1990'lı yıllara dayandığı ve farkındalık oluşturma çalışmalarıyla biyoçeşitliliğin azalmasındaki artışın paralel ilerlemediği görülmektedir. Ayrıca ülkeler düzeyinde toplumun bütün kesimleriyle bir hareketin olmadığı ve biyoçeşitliliği koruma çalışmalarının ülkelerin rantlarıyla çakışması sebebiyle yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Bu sorunun çözülebilmesi için devletler düzeyinde toplumun her kesimiyle bir harekete ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Toplumun yerel yönetimleri, üniversiteleri, politikacıları, sanayicileri ile desteklenmesi gerekmektedir.

Biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar konusunda farkındalık oluşturma hareketinin en etkili, uzun süreli ve kalıcı şekli biyoçeşitlilik konusunda verilecek eğitimlerdir. Tüm eğitim kademelerinde, çevreyle ilgili meslek gruplarında (ormancı, çiftçi, ilgili mühendisleri vb.) ve yerel halkına verilecek farkındalık ve uygulama eğitimleridir (Savran Gencer ve Akman, 2023). Biyoçeşitlilik konusu ilkokuldan lisansüstü seviyelere kadar farklı kademelerde programa alınmış durumdadır. İlköğretim 1-2-3-4 düzeyinde tüm kademelere canlılar ve özellikleri, canlılar arasındaki farklılıklar, doğayla etkileşimlerini içeren öğrencilerde canlı çeşitliliği ve doğa ile bağlantıları konusunda ilişki kurmayı amaçlayan bilgi ve farkındalık oluşturma düzeyinde kazanımlara yer verildiği görülmektedir (MEB, 2018a; MEB, 2018b). MEB fen bilimleri öğretim programında (2018a) 5. sınıftan itibaren 8. sınıf düzeyine kadar 5. sınıf hariç, biyoçeşitlilik konusu yer almadığı 5. sınıfta İnsan ve Çevre ünitesinin alt konusu olarak yer aldığı görülmektedir. Kazanımları farkındalık oluşturma, tartışma, araştırma ve sorgulama becerilerini kapsadığı

görülmektedir (MEB, 2018a). Biyoçeşitlilik konusu ortaöğretim seviyesinde biyoloji dersi öğretim programında 10. Sınıfta yer almış olup sorgulama, açıklama, çözüm önerileri sunma kazanımlarının öğrencilere kazandırılması amaçlandığı görülmektedir (MEB, 2018c). MEB okulöncesi öğretim programında kazanımlar arasında canlıların özellikleri ve sınıflandırılmasına yer verilmediği dikkat çekmektedir (MEB, 2013b).

Yeni Nesil Fen Standartları'na (NGSS) (2013) göre biyoçeşitlilik konusu kademeli olarak ilköğretim düzeyinde 2. sınıf, 5. sınıf, 8. sınıf ve 12. sınıf seviyelerinde yer verildiği görülmektedir. NGSS'ye (2013) bakıldığında biyoçeşitlilik konusu okul öncesi seviyede canlıları sınıflandırma, birbirlerine benzerlik ve birbirlerinden farklılık gösteren özelliklerini belirleme şeklinde yer aldığı görülürken biyoçeşitliliğin önemi, tehdit eden faktörler, çözüm önerileri kısmı üst sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Ülkemizde de özellikle ilköğretim sınıf seviyelerinde kademelere NGSS'de (2013) belirtildiği gibi basitten karmaşığa, yakından uzağa, somuttan soyuta gibi öğretim ilkelerine uygun eşit olarak yayılması gerektiği düşünülmektedir. Örneğin; ilköğretim birinci kademe için biyoçeşitlilik konusu ile ilgili canlılar, özellikleri, diğer canlılarla benzerlik ve farklılıkları üzerinden farkındalık ve bilişsel alt yapı oluşturma açısından olumlu yorumlanırken ilköğretim ikinci kademe boyutunda mühendislik ve tasarım becerilerinin alana özgü beceriler olarak belirlendiği programda (MEB, 2018a), ders kitaplarının ve planlamalarının (MEB, 2019) buna göre düzenlendiği kaynaklarda yaratıcı çözüm önerileri sunma ve yenilikçi modeller, tasarımlar, projeler geliştirme kazanımlarının yer alması gerektiği düşünülmektedir. Programın benimsediği yaklaşım ve mühendislik tasarım süreçlerine dönük ayrılmış bölümler dikkate alındığında bu becerileri içeren kazanımların eklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Başka bir açıdan çevre sorunları ve dolayısıyla biyoçeşitlilik ve biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar birden çok disiplini ilgilendiren multidisipliner konulardır. Multidisiplinerlik ele alınan konunun ya da problemin özelliğine göre disiplinlerarası ya da disiplinler ötesi bir forma bürünebilir. Öğrencilerde en üst düzeyde biyoçeşitlilik konusunda farkındalık oluşturma, yaratıcı çözümler sunma, somut uygulanabilir modeller oluşturma durumları STEM eğitiminin birey hedefleri ile de örtüşmektedir. Aynı zamanda biyoçeşitlilik konusu ve tehdit eden unsurlar programda önemsenen, FTTÇ yaklaşımı ve sosyobilimsel konuların eğitim uygulamaların entegrasyonu disiplinlerarası bakış açısına sahip konu olması dolayısıyla uyumlu görünmektedir. Özetle fen bilimleri öğretim programı ve uygulamalarında okulöncesinden üniversiteye tüm kademelerde biyoçeşitliliğin önemi ve korunmasına yönelik konulara, uygulamalara yer verilmesi öğrencilerde disiplinlerarası

bakış açısıyla bütüncül gelişime yönlendirecektir. Hem eğitimin FTTÇ boyutlarını hem sosyobilimsel konulara yer verilmesi ihtiyacını hem de yeni yüzyılda bireylerin mühendislik ve tasarım becerilerinin geliştirilmesine olan ihtiyacı karşılayacağı, eğitim uygulamalarının etki gücünü artıracığı düşünülmektedir.

Biyoçeşitliliğin azalması veya tehdit altında olması problemi, 21. yy'ın en önemli FTTÇ bağlamını sağlayan sosyobilimsel problemidir. Hayata geçirilen yeni uygulamalarla ilgili biyoçeşitliliğe olan etkisi açısından toplumları etkileyen tartışmalı konusu bulunmaktadır. Öğrencilerin bu konuyu eğitim ortamlarında planlı, hedefli bir şekilde ele alması derinleşmelerini, yoğunlaşmalarını, yaratıcılıklarını artırmayı, sorumluluk almayı, bilimsel süreç becerilerini, üst düzey düşünme becerilerini, yaşam ve mühendislik becerilerini geliştirmeye fırsatlar sunacaktır.

21. yy. sorunlarını çözebilmek için bireyleri yaşayacakları dünyaya hazırlamak (sosyal ve meslek hayatına) ihtiyaç haline gelmekte hatta zorunluluk oluşturmaktadır. O nedenle eğitim sistemi ve süreci içerisinde bireylerin yaşadığı toplumun ve dünyanın sorunlarına açık, sorunların farkında ve çözmeye hazır hale getirmek gerekmektedir. İkilemli konularda çözmek mümkün olmasa bile öğrencilerin kendi kapasitelerini aşmaya çalıştıkları bir ortam yaratılacağı için gerçek hayat problemleri konusunda derinleşmelerini sağlayacaktır. Bu da öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, psikomotor becerilerinin bütüncül gelişimini sağlayacağı düşünülmektedir. Bütüncül gelişime sahip bireylerin kurduğu yeni toplumlarda karmaşık problemlere birden çok disiplin ya da boyut açısından ele alınacağı için hayata geçirilen uygulamalar da o derece çevre dostu, canlıları, canlı türlerini koruyan, dengeli ve sağlıklı sistemler olacağı düşünülmektedir. Bu durum sürdürülebilir doğa, sürdürülebilir toplum, sürdürülebilir ekonomi ve sürdürülebilir bir Dünya'nın önünü açacağı düşünülmektedir.

Disiplinlerarası yaklaşımların desteğiyle öğretim programlarında ve sınıf uygulamalarında biyoçeşitlilik eğitimi, biyoçeşitliliği etkileyen faktörleri anlama, kavrama, farkında olma düzeyinden derinleştirilerek çözüm önerileri sunma, çözümleri uygulama, ürünler (tasarım) üretme ve inovasyon yaratma düzeyine çıkarılması gerektiği düşünülmektedir. Böylece 21. yy. becerilerine sahip araştırma yapabilen, durumları sorgulayabilen, analiz yapabilen, yaratıcılığını kullanabilen, yenilikçi tasarımlar üretebilen, karar verebilen, üst düzey becerilere sahip bireylerin nitelikli iş gücü yaratılmasını sağlar (Savran Gencer ve Akman, 2023).

MEB (2018a) fen bilimleri öğretim programında biyoçeşitlilik konusu İnsan ve Çevre ünitesi içerisinde ilk bölüm olarak yer almaktadır. Ülkemizde biyoçeşitlilik

konusunun ilköğretim 5. sınıf fen bilimleri öğretim programında yer alması olumlu bir yaklaşım olarak yorumlanabilir (Savran Gencer ve Akman, 2023). Beşinci sınıf ilköğretim ikinci kademe için bilimsel temelin atıldığı ilk yıl olarak düşünülebilir. O nedenle öğrencilerde bilimsel düşünme, bilimsel süreçlerin kazandırılması, temel oluşturulması için başlangıcını temsil eden bir sınıf seviyesi olarak düşünüldüğünde öğrencilerin STEM eğitimi ile mantığının kavratılması, mühendislik tasarım süreçlerinin yönetilmesine alıştırılması için önemli olduğu düşünülmektedir. Bu yüzyılın ve geleceğin sorunu olarak alan yazın ve yayın basın organlarında sürekli ifade edilen iklimsel değişim ve canlı çeşitliliğinin azalması sorunlarını çözmeye hazırlıklı, bugünün öğrencileri yarının kaliteli iş gücünün biyoçeşitlilik, iklim, çevre sorunlarına karşı hazırlıklı olması bir ihtiyaç olarak görülmelidir. Bu sebeple ilköğretimin ilk yıllarından itibaren biyoçeşitliliği korumaya yönelik öğrencilerin çözümler arayabilmesi, sunabilmesi ve ürünler oluşturabilmeleri önemlidir.

Başka bir açıdan öğrencilere biyoçeşitlilik konusunda farkındalık kazandırma, çözümler sunma, ürünler üretme üzerine verilen eğitimler, çalışmalarının dönütünün toplumlara ve Dünya'ya yarar olarak dönüş zamanını da düşündüğümüzde zaman kaybedilmemesi gerekmektedir. Doğadaki kirliliğin, aşırı ve bilinçsiz tüketimin ve tahribatın canlı türlerindeki yok olma konusundaki kopuşların başladığını gözönüne almamız, kopuşların hızlanmasının bir anda ve kontrolü zor olabileceğini düşünmek gerekmektedir. Çünkü doğada bir türün yok olması ile doğanın tekrar eski haline dönmesi, eski dengesine ulaşması bir daha mümkün olmayabilir. Okulöncesinden üniversiteye kadar öğretim programlarında biyoçeşitliliğin korunması ve devamlılığının sağlanmasına yönelik verilecek eğitimlerle bireylerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin gelişmesine yardımcı olunması gerekmektedir (Savran Gencer ve Akman, 2023).

2.2. İlgili Araştırmalar

Araştırmanın kuramsal çerçevesi kapsamında araştırma literatürü STEM eğitiminde yer alan bilişsel gelişim, 21. yy. becerileri, öğrenme ve yenilenme becerileri, yaratıcı problem çözme becerisi, STEM okuryazarlığı ve biyoçeşitlilik eğitimi konularını içeren araştırmalardan oluşmaktadır. İlgili araştırmalar belirtilen alt başlıklar bağlamında sırası ile sunulmuştur.

2.2.1. STEM Eğitiminde Yapılan Bilişsel Gelişim İle İlgili Araştırmalar

Alan yazında STEM eğitime bağlı olarak öğrencilerin fen başarılarını ve fen öğrenmelerini belirlemeye yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Araştırmada son yıllarda STEM eğitiminin sınıf ortamlarında uygulanması sonucu bilişsel beceri gelişimine ve başarısına etkisini araştıran çalışmalardan bazılarında yer verilmeye çalışılmıştır.

Ercan (2014) yaptığı çalışmada tasarım temelli fen uygulamalarının, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, karar verme, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterliliklerine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırma uygulaması 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi için üç tasarım temelli fen eğitimi modülü ile yürütülmüştür. Araştırmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, karar verme becerilerine ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin gelişimine destek verdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin problem ya da ihtiyacın belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi uygun çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması, test edip değerlendirme ve çözümlerin sunulması aşamaları için gelişim kaydettiği belirlenmiştir. Görüşmeler sırasında öğrencilerin mühendisliğe karşı bakış açılarının gelişip değiştiği tespit edilmiştir.

Yıldırım (2016) yaptığı araştırmasına göre ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersine derinlemesine entegre edilmiş STEM uygulamalarının akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme öğrenilen algılarına, motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve öğrenmelerin kalıcılığına değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma bulguları STEM uygulamalarının kaynaklarında anlamlı öğrenmeyi teşvik ettiğini göstermektedir. Ancak, öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulguların yerine getirilmesine göre, STEM uygulamalarının yeterli bilgi ve donanıma sahip olması gerektiği belirtilmiştir. İlerleyen uygulamalarda öğretmenlere yönelik eğitim ve destek verilmesinin önemli olabileceği ifade edilmiştir.

Barker, Nugent, Grandgenett, Keshwani ve Nelson'un (2018) 4-6. sınıflara yönelik STEM ile ilgili etkinlikleri içeren çalışmaları, öğrencilerin başarılarını artırmayı ve STEM kariyer odaklı olan ilgilerini çekmeyi hedeflemiştir. Bu etkinlikler, Nebraska Giyilebilir Teknolojiler projesi kapsamında yapılmış olup, temel elektronik devrelerden başlayarak giyilebilir ürün tasarımı yapma fırsatı sunmuştur. Arduino Lilypad mikro denetleyicileri kullanılarak yürütülen bu faaliyetlerin sonuçları, mühendislik çalışmalarının, elektronik devre tasarımı ve programlamanın geliştirilmesinde gözlemlenmiştir. Ayrıca STEM'e olan ilgilerinde de artış tespit edilmiştir. Giyilebilir teknolojilerle yapılan bu etkinliklerin

özellikle kız öğrencileri arasında ilgi görüldüğü belirtilmiştir. Bu durum, STEM alanlarında genellikle kız öğrencilerinin az olması sorununa yönelik bir çözüm sunabileceğini ortaya koymaktadır. Bu tür cinsiyet eşitliği ve STEM'de çeşitliliğin sağlanması amacıyla etkili bir araç olarak kullanılabilmesi vurgulanmaktadır.

Durmaz ve Seçkin Karaca (2019) yaptıkları çalışmada SBK'ya dayalı fen eğitimi ile öğrencilerin SBK bakış açısı, bilimsel ve yansıtıcı düşünme becerileri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma 2016-2017 eğitim öğretim yılında 51 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Dersler MEB öğretim programı sınırında 5E öğretim modeline göre işlenmiştir. Deney grubunda farklı olarak SBK bağlamında yakın çevre konusu olarak Ergene Nehri Kirliliğine, Gıda Katkı Maddelerinin Kullanımına ve bölgesel bir biyoçeşitlilik konusu olarak Gala Gölü Milli Parkı'na yer verilmiştir. Bölgesel SBK konularının seçilmesi ile öğrencilerin yaşadığı bölge sorunları ele alınmıştır. Veri toplama araçları olarak Sosyobilimsel Konulara Bakış Ölçeği, Bilimsel Düşünme Yetenekleri Testi ve Yansıtıcı Düşünme Ölçeği uygulanmıştır. Araştırmaya göre SBK'ya dayalı fen eğitiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin SBK'ya bakışlarında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit edilirken, bilimsel ve yansıtıcı düşünme becerileri üzerine anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

Firdaus ve Rahayu (2019) yaptığı çalışmada, öğrencilerde bilişsel becerilerinin gelişmesinin düşünme yeteneğinin de gelişmesi anlamına geldiğine işaret etmektedirler. Araştırma ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel becerilerinin öğrenme çıktılarını geliştirmeyi hedeflemektedir. Uygulamalar STEM eğitimi kullanılarak yapılmış olup süreç boyunca mühendislik tasarım süreci yürütülmüştür. Veriler gözlem yoluyla toplanmış ve betimsel analizle çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerde bilişsel alan becerilerinde farklılıklar olduğu belirlenmiş, STEM temelli öğrenmenin ilkokul öğrencilerinin bilişsel becerilerini geliştirebileceği çıkarımı yapılmıştır.

Okulu (2019) çalışmasında özel yetenekli öğrencilerin ve öğretmen adaylarının astronomiye yönelik STEM eğitimi etkinliklerinin geliştirilmesine ve değerlendirilmesine yer vermiştir. Araştırmada karma yöntem desenlerinden gömülü desen kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak Astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi uygulanmıştır. Nitel boyutunda çalışma gruplarına STEM uygulamalarının etkisini belirlemek için 12 öğrenci (6 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve 6 Fen Bilgisi Öğretmen adayı) ile yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemlere yer verilmiştir. Araştırma sonuçları, geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim

ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi bilgilerini, STEM alanlarına yönelik tutumlarını ve ilgilerini desteklediğini belirlemiştir. Öğrencilerde STEM yaklaşımlarının gelişmesini sağladığı, fen ve mühendislik uygulamalarını döngüsel olarak yansıttıkları görülmüştür.

Özer (2019) yaptığı çalışmada 6. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi için oluşturulmuş Algodoo temelli etkinliklerin, öğrencilerin tasarım becerilerine, fen başarılarına etkisini ve uygulamaya dönük öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada deney grubu geliştirilmiş mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği Algodoo etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda Kuvvet ve Hareket ünitesinde mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği Algodoo etkinliklerinin, 6. sınıf öğrencilerinin fen başarılarının gelişim göstermesine destek verdiği, mühendislik tasarım süreci problemin veya ihtiyacın belirlenmesi, olası çözümler geliştirme, prototipi oluşturma, çözümleri test etme ve değerlendirme ve çözümü sunma aşamalarında gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Hasanah (2020) yaptığı çalışmada STEM eğitiminin lise öğrencilerinin akıl yürütme becerilerini güçlendirmeye etkisini belirlemeyi hedeflemiştir. Lise öğrencilerinden oluşan 63 öğrenci STEM grubu ve geleneksel grup olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. STEM grubu, süreç boyunca araştırmaya dayalı öğrenmeyi kullanmış olup geleneksel grup okuma, dinleme ve tartışma yöntemleriyle eğitim almıştır. Öğrencilerin akıl yürütme becerilerini değerlendirebilmek için Lawson'ın bilimsel akıl yürütme testinden alınan çoktan seçmeli test kullanılmıştır. Araştırma sonucunda STEM grubu ile geleneksel grup arasında öğrencilerin akıl yürütme becerilerinde istatistiksel olarak STEM grubu lehine anlamlılık tespit edilmiştir.

Savran Gencer ve Doğan (2020) yaptıkları çalışmada, tasarım temelli STEM eğitimi vasıtasıyla canlılar ve kuvvet konusundaki geliştirdikleri etkinlikleri değerlendirmeyi ve bilimsel eleştirel düşünme becerisi araçları geliştirmeyi amaçlamışlardır. Etkinlikler bütünlük STEM eğitimi ilkeleri ve tasarım temelli yaklaşım ile oluşturulmuştur. Canlılar Dünyası Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi (LTCT) ve Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesi Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi (MFFCT) kullanılmıştır. Testlerin çalışma grubuna yönelik uygulama öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında, oluşturulan STEM etkinliklerinin öğrencilerin yorumlama, analiz ve çıkarım gibi bilimsel eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Çalışma sonunda bütünlük eleştirel düşünme becerilerini değerlendirmeye yönelik testlerin geliştirilmesi ve uygulanması, okul fen öğrenimi açısından değerlendirme fırsatı vereceği düşünülmektedir.

Wicaksana, Widoretno ve Dwiastuti (2020) yaptıkları çalışmada insan dolaşım sistemi modülünün eleştirel düşünme becerileri ile işlenmesini ve yapılan uygulamanın öğrencilerin fen başarısını artırma durumunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile ön test ve son test değerlerine bakarak yarı deneysel olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda modül üzerinde eleştirel düşünme becerileri yoluyla öğrencilerdeki fen başarısı deney grubundaki öğrencilerde kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Fakat deney grubunun ön test son test puanları arasındaki fark, kontrol grubunun ön test son test puanları arasındaki farktan daha düşük olduğu belirlenmiştir. O nedenle, oluşturulan modülde eleştirel düşünme bakış açısının kullanılması öğrencilerin fen başarısı üzerinde olumlu bir katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Chang, Hwang, Chang ve Wang (2021) yaptıkları çalışmada öğrencilerin akran değerlendirmeleri ile kolaylaştırılmış STEM eğitimi ile bilişsel becerilerini ve üst düzey becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Deney ve kontrol grubu toplam 112 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin öğrenme başarısının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinde işbirliği, eleştirel düşünme, problem çözme, üst biliş becerilerinin daha iyi geliştiği tespit edilmiştir. Ayrıca yaptıkları çalışmada kolaylaştırılmış STEM çalışmalarını değerlendirme ve öğretmen değerlendirmelerini anlama konusunda geliştikleri görülmüştür.

Kelemanı, Rasul ve Jalaludin (2021) yaptıkları çalışmada proje tabanlı öğrenmede (PBP) STEM entegrasyonu ile öğrencilerin HOTS düzeyini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Veriler yapılandırılmış görüşme anket şeklinde kullanılarak ön ve son test yoluyla toplanmıştır. Bulgular öğrencilerin HOTS'u geliştirmek için STEM modüllerinin gerekliliğine işaret etmiştir. Öğrencilerin son test puanları, Proje Tabanlı Öğrenme yoluyla STEM entegrasyonu öğrenmenin HOTS'unu geliştirebileceğini göstermektedir. Ayrıca geliştirilen STEM modülüyle öğrencilerin fen bilimleri derslerinde HOTS'u geliştirmelerine yardımcı olması beklenmektedir. Aynı zamanda Proje Tabanlı Öğrenmede STEM'in entegrasyonu ile geliştirilen modül öğrencilerin HOTS'unu iyileştirebilecek bir program oluşturmada kaynak olarak kullanılabilir.

Köngül ve Yıldırım (2021) yaptıkları çalışmada STEM eğitiminin altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM performanslarına olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada iç içe karma araştırma deseni kullanılmıştır. STEM ders planı ve ön etkinlik planı araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olup altı hafta uygulanmıştır. Etkinlikler formal ve informal öğrenme ortamları kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere Bilimsel Süreç Becerileri Testi uygulanmış ve STEM performanslarını belirleyebilmek için etkinlik kâğıdı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamaları gerçekleştirilen fen etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini desteklediği ve STEM performanslarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Aydın ve Karşlı Baydere (2023) yaptıkları çalışmada, basit makineler konusunda Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) takip edilerek STEM etkinlikleri oluşturulmuş ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Giresun ilinde yer alan bir köy okulunun 11 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada tek grup deneysel desen kullanılmıştır. İki Aşamalı Basit Makine Testi (İABMT), Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT) ve yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Nicel veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiş nitel veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Çalışmada mühendislik tasarım süreci takip edilerek uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin basit makineler kavramlarını anlamalarında anlamlı düzeyde artış sağladığı tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım süreci takip edilerek uygulanan STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede bir miktar artışın istatistiksel olarak anlamlılık göstermediği görülmüştür. Öğrenciler süreçte çoğunlukla zorlandıklarını belirtmiş fakat sürecin tamamı düşünüldüğünde öğrencilerin grup içi uyum, iletişim, fikir geliştirme, sorumluluk, problem çözme, karar verme ve zorlukları aşma gibi beceriler açısından olumlu etkilendikleri görülmüştür.

Vo ve Csapó (2023) yaptıkları çalışmada 6., 8., 10. ve 11. sınıflarından 726 katılımcının katıldığı farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin tümevarımsal akıl yürütme, bilimsel akıl yürütme ve fen motivasyonunu araştırmayı hedeflemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin STEM başarısını öngörmeye aile etkisini incelemiştir. Araştırma bulgularına göre, üst sınıflardaki öğrencilerin akıl yürütme testlerinde alt sınıflardakine göre daha yüksek puanlar elde ettiği belirlenmiştir. Öğrencilerin tümevarımsal akıl yürütme testinde daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. İki akıl yürütme testi birbiriyle kıyaslandığında genel anlamda öğrencilerde tümevarımsal akıl yürütme ile bilimsel akıl yürütmenin yakından bağlantılı olduğu ve iki testin de STEM başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Alan yazında yapılan çalışmalarda genelde STEM eğitimi ile fen başarı ilişkisi kurulduğu fakat bilişsel beceriler ve üst düzey düşünme becerileri ile ilişkilendirmenin

daha sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Bu anlamda bilişsel ve üst düzey düşünme becerileri üzerinden yorumlama yapan ve bu durumu başarıyla ilişkilendiren çalışmalar anlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca beceri temelli başarı testleri genelde çoktan seçmeli şekilde ya da nadiren açık uçlu olarak uygulandığı görülmektedir. Araştırmada FTTC bağlantıları olan ve sosyobilimsel bir konu olarak kabul edilen biyoçeşitlilik konusunda beceri temelli oluşturulmuş çoktan seçmeli ve açık uçlu soruların bulunduğu karma bir testin uygulanması ve STEM eğitimi uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkisini araştırmayı hedeflemesi açısından önem arz ettiği düşünülmektedir.

2.2.2. STEM Eğitiminde Yapılan 21. Yüzyıl Becerileri ile İlgili Araştırmalar

Alanda 21. yy. becerileri ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. Çalışmalar genelde ölçek geliştirme, oluşturulan ölçekleri uygulama, farklı veri toplama araçlarıyla entegre etme şeklinde gerçekleşmiştir. Çalışmalar genelde deneysel şekilde yapılmıştır.

Yalçın (2018) yaptığı araştırmada 21. yy. becerilerini ölçmek için kullanılan çeşitli veri toplama araçları ve yaklaşımları tanıtmaya çalışmıştır. Yapılan alanyazın incelemesinde, 21. yy. becerilerinin ölçülmesinde; derecelendirme ölçekleri, durumsal yargı testleri, performans değerlendirmeler, simülasyonlar, portfolyolar ve farklı madde türlerini içeren araçlar (çoktan seçmeli, bilgisayar destekli ve açık uçlu maddeler gibi) kullanılmaktadır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak bilgisayar temelli ölçme uygulamaları ve gerçek duruma dayalı bilgisayar simülasyonları gibi uygulamaların kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bircan (2019) yaptığı çalışmada STEM eğitiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerine STEM eğitiminin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yy. becerilerine ve akademik başarılarına etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Görüşme formları ile öğrenci görüşleri toplanmıştır. Sonuç olarak STEM eğitiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yy. becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğu matematik başarılarında anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Görüşme formlarına göre öğrencilerin STEM disiplin alanlarına karşı olumlu tutum geliştirdiklerini, iletişim, işbirliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi 21. yy. becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir.

Nurlenasari, Lidinillah, Nugraha ve Hamdu (2019) yaptıkları çalışmada 21. yy. yeterliliklerini, eleştirel düşünme, yaratıcılık, işbirliği gibi 4C becerilerini ölçmeyi ve ilkokullarda STEM eğitimine uygun ölçme aracı olarak kullanılabilecek 4C performans

değerlendirme aracı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Veri toplama, görüşmeler, uzman görüşü alma ve anket yoluyla yapılmıştır. Araştırma sonucunda performans değerlendirme aracının genel olarak STEM eğitiminde 21. yy. yeterliliklerini ölçen performans değerlendirmelerinin yürütülmesinde kullanılabileceği düşünülmüştür.

Kalemkuş (2020), 2018 Fen bilimleri dersi öğretim programı (ÖBM) üçüncü ve dördüncü sınıf kazanımlarını 21. yy. becerileri perspektifinden analiz etmeyi amaçlayan "Fen Bilgisi Dersi Müfredatı Başarılarının 21. yy. Becerileri Açısından İncelenmesi" başlıklı bir çalışma yürütmüştür. Bu bağlamda yazar üçüncü sınıflar için 36, dördüncü sınıflar için ise 43 kazanımı incelemiştir. Araştırmanın sonuçları, programda öne çıkan 21. yy. becerilerinin öncelikle eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin yanı sıra yaratıcılık ve yenilikçilik, iletişim, girişimcilik ve özyönetim becerileri olduğunu ortaya çıkardı. Ancak yazar diğer beceriler arasında bilgi iletişimi ve teknoloji okuryazarlığı ile ilgili herhangi bir kazanımla karşılaşmamıştır. Bu durum, yazarın, incelenen kazanımların 21. yy. becerileri açısından dengeli bir dağılıma sahip olmadığı sonucuna varmasına yol açmıştır.

Yavuz, Hasançebi ve Yeşildağ Hasançebi, (2020) yaptıkları çalışmada STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin 21. yy. becerilerine etkisini ve STEM ile ilgili deneyimlerini belirlemeyi, öğrenci görüşmeleri ile desteklemeyi hedeflemişlerdir. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin 21. yy. becerilerinin gelişimine destek verdiği, görüşmeler sonucunda öğrencilerin STEM eğitime ve getirilerine karşı olumlu düşünce geliştirdikleri tespit edilmiştir.

Alparslan (2021) yaptığı çalışmada 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel etkinlikler yoluyla yaratıcı problem çözme becerisine, 21. yy. becerilerine etkisini ve öğrencilerin uygulama sürecine yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı öğrencilere bilimsel etkinlikleri uygulama öncesinde ve sonrasında yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri ve 21. yy. becerileri ölçeği uygulanmış olup, uygulama sonrasında öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerisini ve 21. yy. becerilerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma sonunda yapılan öğrenci görüşleri incelendiğinde bilimsel etkinlik sürecinin olumlu düşünce geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kalemkuş ve Bulut Özek (2021), 2000-2020 yılları arasında 21. yy. becerileri üzerine yapılan araştırmaları çeşitli açılardan incelemeyi amaçlayan "21. Yüzyıl Becerilerine İlişkin Araştırma Eğilimleri (Ocak)" başlıklı bir çalışma yürütmüşlerdir. Belirli kriterlere göre seçilen, tezler, sunumlar ve makaleler dahil 115 çalışmayı analiz

etmişlerdir. İncelenen çalışmaların çoğunluğunun 2019 yılında yayınlandığı ve ağırlıklı olarak nicel yöntemler ve tarama modeli kullanılarak yürütüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmanın genel odağının hem eğitimcilerde hem de öğrencilerde 21. yy. becerilerini belirlemek olduğunu ve çalışmaların önemli bir kısmının makale şeklinde olduğunu gözlemlediler.

Öçalan (2021) tez çalışmasında ortaöğretim seviyesinde öğrencilerin 21.yy becerilerine sahip olma düzeylerini belirlemeye ve bazı demografik özelliklerden açısından değerlendirmeye çalışmıştır. Araştırmanın örneklemi Ankara ilinde bulunan liselerde eğitim alan 299 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin 21.yy becerilerinin değerlendirilmesi için Çevik ve Şentürk tarafından geliştirilen Çok Boyutlu 21.yy Becerileri Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin puan ortalamasının Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinin puanlarının Fen Lisesi öğrencilerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anne eğitim düzeyindeki farklılıklar açısından incelendiğinde eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin ilköğretim mezunu olan annelerde lise mezunu olanların puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Akdağ (2022) çalışmasında STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin dördüncü sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy. becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırılmıştır. Araştırma 2019- 2020 öğretim yılında İzmir ilinde devlet okulunda öğrenim gören 55 dördüncü sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Çok Boyutlu 21. yy. Becerileri Ölçeği, Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ve Bir Mühendis Çiz ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, ilkokul öğrencilerinin 21.yy. becerilerine ilişkin son test puanlarında deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığına işaret etmiştir. Alt boyutları incelendiğinde; Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı, Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerileri ve Girişimcilik ve İnovasyon Becerileri ön test son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin uygulama öncesi mühendislik algıları bina yapan, tasarlayan ve inşaat ile uğraşan, inşaatçı, mimar ve bilgisayarla uğraşan kişi olarak tanımladıkları görülmüştür. Uygulama sonrasında öğrencilerin mühendisi inşaat, bilgisayar, gıda mühendisi, inşaat mühendisi, bilgisayar mühendisi, tasarım-çizim yapan, vb. ifadelerle tanımladıkları belirlenmiştir. STEM temelli LEGO-robot etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarının gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Kutru (2022) yapmış olduğu çalışmada 7.sınıf öğrencilerinin argümantasyon tabanlı bilim öğrenme destekli STEM eğitimi ile 21.yy becerilerinin gelişimini incelemeyi

amaçlamıştır. Nicel veri toplama araçları ve nitel olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Bilimsel yaratıcılık, eleştirel düşünme, bilimsel okuryazarlık, medya okuryazarlığı, girişimcilik, iletişim, işbirliği, problem çözme ve yaşam becerilerinin öğrencilerde uygulanan STEM eğitimi uygulaması ile gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler odaklanılan 21.yy becerilerinin STEM uygulaması ile geliştiğini düşündükleri belirlenmiştir.

Dinç Bilgin ve Zorlu (2023) yaptıkları çalışmada saf madde ve karışımlar konusunda 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve 21.yüzyıl becerilerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Devlet ortaokulunda öğrenim gören 43 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak; Akademik Başarı Testi (ABT) ve 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunda uygulanan 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin Saf Maddeler ve Karışımlar konusundaki akademik gelişimlerinde ve 21. yy. becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönetimi uygulanmalarının yedinci sınıf öğrencilerinin 21. yy. becerilerine ve akademik başarılarına olumlu yönde desteklediği tespit edilmiştir.

Şeker (2023) çalışmasında, 5E ve SOS öğrenme modellerine uygun oluşturulmuş STEM uygulamalarının altıncı sınıf öğrencilerinin 21.yüzyıl becerilerine ve STEM tutumlarına etkisini araştırmıştır. 2022- 2023 eğitim-öğretim yılında Siirt ilinde öğrenim gören 114 altıncı sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Destek ve Hareket Sistemi konu kazanımlarına uygun STEM uygulamaları ve ders planları uygulanmıştır. Çalışmada öğrencilerin 21.yy becerileri, STEM tutumları ve STEM uygulamalarına yönelik görüşleri incelenmiştir. Nicel veriler, 21.yy becerileri ölçeği ve STEM Eğitimi Tutum Ölçeği ile toplanmıştır. Nitel verileri ise yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Çalışmada SOS öğrenme ve 5E öğrenme modeline göre hazırlanan STEM uygulamalarının altıncı sınıf öğrencilerinin 21.yy becerileri üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu belirlenmiştir. SOS öğrenme modelinin uygulandığı öğrencilerin, öğretim programının uygulandığı öğrencilere göre STEM tutumlarının daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. STEM uygulamalarına ilişkin öğrencilerin olumlu görüşler geliştirdikleri ve ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Özünü ve Çepni (2023) yaptıkları araştırmada Türkiye’de mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) ile ilgili, son 10 yılda yapılan çalışmaları tematik analiz yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırma Ulakbim, DergiPark, Google Akademi ve Yüksek

Öğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi üzerinden yapılmış olup toplam 40 çalışma analiz edilmiştir. Veriler içerik analizi ve betimsel istatistik tekniklerle çözümlenmiştir. Araştırmacılar arası uyum Cohen's kappa katsayısı 0.80 bulunmuştur. Araştırma sonuçlarında yapılan uygulamaların öğrencilerin mühendisliğe yönelik algı, tutum, becerilerinin gelişimi ve akademik başarılarına olan etkisinin irdelendiği ve MTTFÖ ile olumlu yönde etkilendikleri tespit edilmiştir. Fen bilimleri öğretim programı kazanımları ile MTTFÖ ilişkilendirilip rehber materyallerin oluşturulması, 21. yy. becerilerinin gelişimine katkı sunacak uygulamalara yer verilebileceği ifade edilmiştir.

Cingöz (2023) çalışmasında 2018 yılı ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımları 21. yy. becerileri açısından incelemiştir. Betimsel, yöntem karma olarak desenlenmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi kullanılmıştır. Partnership for 21 Century Skills (P21) sınıflandırması dikkate alınmıştır. 2018 ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımları (5, 6, 7 ve 8. sınıf) incelenmiştir. Doküman analizi sonuçlarına göre: fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarında en çok yer verilen beceriler sırasıyla: Öğrenme ve yenilenme becerileri (yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözüme, iletişim ve işbirliği), bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı becerileri (bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okur-yazarlığı, en az yer verilen beceriler ise yaşam ve kariyer becerileri (esneklik ve uyum, girişimcilik ve öz-yönelim, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik ve sorumluluk, liderlik ve sorumluluk) becerileri olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımlarda 21.yy becerilerine yeterince yer verilmediği, 21.yy becerilerine yer verilen kazanımlarda ise becerilerin kazanımlara dengeli şekilde yayılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Alan yazında 21. yy. becerilerinin ölçülmesi genelde nicel olarak betimsel olarak incelendiği görülmekte olup nitel boyutta gözlemlerle ya da karma yöntemle incelenmesi sınırlı kaldığı belirlenmiştir (Altınpulluk ve Yıldırım, 2020). Araştırmada alan yazında sınırlı yer alan biyoloji alanı biyoçeşitlilik konusunda STEM uygulamalarının 21. yy. becerilerini geliştirme durumunu karma yöntemle belirlemeyi hedeflemesi ve beşinci sınıf öğrencilerine uygulanması açısından önem arz ettiği düşünülmektedir.

2.2.3. STEM Eğitiminde Yapılan Öğrenme ve Yenilenme Becerileri ile İlgili

Araştırmalar

Bu başlık altında STEM eğitimi doğrultusunda 21. yy öğrenme ve yenilenme becerilerine yönelik yapılmış çalışmalara yer vermeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmaların genellikle öğrenme ve yenilenme becerilerini genel olarak yorumlamadan ziyade alt becerilere yönelik ilerlediği görülmektedir.

Atalay (2015) yaptığı çalışmada ilkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde, yavaş geçişli animasyon uygulamalarının 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinin kazandırılmasında etkisini tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırmada nicel veriler SPSS ile analiz edilip yorumlanmış, nitel veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri yavaş geçişli animasyon uygulaması ile gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Öğrenci görüşlerine göre çalışmanın öğrenmelerine destek verdiği, iş birliği ve iletişim becerilerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoglu ve Ocak (2016) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye'deki büyük bir bölgedeki olasılıklı bilgilerin genel 6. sınıflara yönelik okul dışı STEM eğitim programını yoğunlaştırmıştır. Çalışma, 40 6. sınıf öğrencilerinin katılımını içermekte olup, bunların STEM etkinliklerine yönelik algılarını belirlemeye odaklanmıştır. Veri toplama aracı olarak, her etkinlik sonrasındaki etkinlik değerlendirme formları kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, istatistiklere yönelik STEM eğitim programı kapsamında işbirlikli büyümenin önemli bir rol oynadığı belirlendi. Öğrenciler, program sürecinde birlikte çalışma ve etkileşim içinde olma fırsatlarına sahip olmuşlardır. Ayrıca, bu programa katıldıktan sonra STEM mesleklerine olan ilgilerinin arttığı görülüyor. Bu sonuçlar, okul dışı STEM eğitim programlarının, özellikle dezavantajlı bilgilerin genel dağılımları, STEM konuları aracılığıyla işbirlikli öğrenme deneyimleri olan ilgilerini artırma potansiyeli olduğunu göstermektedir. Programın olumlu etkileri, STEM mesleklerine olan ilgiyi artırmanın önemini ve bu türlü girişimlerin eğitim ve kariyer gelişiminde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Walker (2017) tarafından geliştirilen lisans tezi çalışması, 21. yy. özelliklerinin kazandırılması için en etkili yöntemin entegre program olduğu ve bu entegre eğitim programının üç temel özelliğe odaklanıldığı belirtilmiştir. Araştırmada, üç problemin dikkate alınmasıyla ilgili faaliyetlerin, konularda üst düzey tekniklerin artırıldığı ve problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme gibi birçok 21. yy. becerilerinin desteklediği katkıların belirtildiği ifade edilmiştir. Ayrıca tüm eğitim programlarındaki

geleneksel program tasarımı, entegre programla ilgili belirsiz terminoloji ve geleneksel, standart ölçümler değerlendirme gibi yaklaşımların 21. yy. becerilerinin öğretilmesinde ciddi engellemelerin oluşması vurgulanmıştır. Araştırma kapsamında odaklanılan 21. yy.'deki gelişme ise işbirliği, sosyal ve kültürel beceriler, yenilikçilik, dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme, iletişim, sorun çözme ve öz-düzen olarak sıralanmıştır. Öğretmenin rolünün kazandırılmasında önemi de ayrıca vurgulanmıştır.

Siregar, Rosli, Maat ve Capraro'nun (2019) tarihli meta analiz çalışması, 1998-2017 yılları arasında 134 araştırmayı inceleyerek STEM uygulamalarının matematik eğitime etkisine bakmaktadır. Çalışmanın başarıya göre, STEM uygulamalarının matematik başarı üzerine 21. yy. becerilerini geliştirme adına umut verici sonuçlar sunduğu vurgulanmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, STEM uygulamalarının öğrencilerine yönelik akademik başarı, tutumları, ilgileri, iletişim bilgileri ve problem çözme potansiyeli perspektifi olumlu sonuçlar ortaya konmuştur. Bu bulgular, STEM odaklı öğrenme yöntemlerinin sadece matematik bilgisi değil, aynı zamanda genel öğrenme deneyimlerini ve yeteneklerini artırmada önemli bir rol oynayabileceğine işaret etmektedir. Bu çalışma, STEM uygulamalarının matematikle ilgili bilgi birikimini geliştirmede etkili bir araç olabilmesi konusunda önemli bir perspektif sunmaktadır. Ayrıca, bu türdeki gelişmelerin genel öğrenme deneyimlerine ve 21. yy.'deki büyümeye olumlu katkılar sağlayabileceği konusunda umut veren bir tablo ortaya koymaktadır.

Yavuz (2019) araştırması, ilkokul 4. sınıf fen bilimleri derslerinin STEM içerikli uygulamalarla yaygınlaştırılmasının STEM mesleklerine, algılarına ve tutumlarına olanlarını değerlendirmeyi hedeflemektedir. Araştırma, eylem analizleri desenlenmiştir. Çalışmanın gelişimine göre, STEM uygulamalarının STEM mesleklerine ilgileri, algıları ve tutumlarının olumlu yönlerinin arttığı tespit edilmiştir. Uygulama sonucunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bütünleşik bir şekilde algıladıkları, STEM'den edinilen eğlenceli birikimleri kolaylıkla kullanılabilir. Ayrıca STEM uygulamalarının eleştirel düşünme, iş birliği, yenilikçilik ve iletişim gibi 21. yy.'de birleştirilmesine katkıda bulunulması belirlendi. Bu teorik sonuçlar, STEM yöntemleri öğrenme yöntemlerinin ilkokul seviyelerindeki mesleki ilgilerini ve beceri gelişimlerini olumlu yönde güçlendireceğini göstermektedir. Aynı zamanda STEM uygulamalarının bütünleşik düşünmeyle artırıldığı ve 21. yy.'den itibaren katkılarının artırıldığı vurgulanarak, bu tür pedagojik süreçlerin önemi üzerinde durulmaktadır.

Chen, Yang, Lin ve Lin (2022) yaptıkları çalışmada proje tabanlı bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik öğreniminde (STEMPjBL) 21. yy. becerilerinin (D21S: eleştirel

düşünme, karmaşık problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği) eğilimlerini grup farklılıklarına ilişkin boşluğu doldurmak için D21S'ye göre öğrenci gruplamaları oluşturmak için birey odaklı bir analiz kullanılmıştır. Öğrencilerin çoğu (%63,4) 1 dönem boyunca istikrarlı D21S profili göstermiş; ancak bazı öğrenciler (%17,6) gelişme gösterirken bazıları (%18,9) düşüş göstermiştir. Ek olarak STEM-PjBL programları D21S'nin büyümesi üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Bu çalışma ayrıca D21S geçiş türlerinin (yani reddedilmiş, sabit ve geliştirilmiş) öğrencilerin motivasyonunu (algılanan STEM alanı içerik uzmanlığı, öz yeterlilik ve görev değeri) tahmin edebildiğini ve azalan bir D21S'nin akademik motivasyonu da azalttığını gösterdi. Bulgular, D21S'de gerileyen öğrencilerin öğretmenlerinin dikkatini çekmesi gerektiğini, çünkü algılanan akademik performanslarının, yeterlilik inançlarının ve STEM'e ilişkin değerlerinin de aynı anda azaldığını göstermektedir.

Asal Özkan ve Sarıkaya (2023) yaptıkları çalışmada, mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin, dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada nicel araştırma yöntemi, yarı deneysel desenle kullanılmıştır. 2018-2019 eğitim öğretim yılında Kayseri'de öğrenim gören 53 dördüncü sınıf öğrencisi çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırma sonucunda dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık kontrol ve deney grubu son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir.

Başduvar, Gök ve Gök (2023) yapmış oldukları çalışmada Türkiye'de 2020-2021 eğitim-öğretim yılında ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan tasarım görevleri vasıtasıyla yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme becerilerini incelemişlerdir. Araştırmada doküman incelemesi yapılmış olup veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Fen bilimleri ders kitaplarını değerlendirmek amacıyla veri toplama aracı olarak 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri temalarından yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerine ilişkin temalar dikkate alınmıştır. Ders kitaplarında yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme becerilerin gelişimine destek veren temaların sayısının düşük olması, beceri eksikliğini göstermektedir.

Araştırmada alan yazında sınırlı yer alan biyoloji alanı biyoçeşitlilik konusunda STEM uygulamalarının 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerini geliştirme durumunu karma yöntemle belirlemeyi hedeflemesi ve beşinci sınıf öğrencilerine uygulanması açısından önem arz ettiği düşünülmektedir. Ayrıca uzun süreli eğitimler ve gözlemler

sonucunda öğrenme sürecinin izlenmiş olması araştırmanın etki gücünü artırdığı düşünülmektedir.

2.2.4. STEM Eğitiminde Yapılan Yaratıcı Problem Çözme Becerileri ile İlgili

Araştırmalar

Yaratıcı problem çözme becerisine yönelik çalışmalar alan yazında 1990'lı yıllarda ortaya çıkmaya başladığı, 2000'li yıllarda artış gösterdiği görülmektedir. Son yıllarda STEM eğitiminin Dünya çapında ilgi görmesi ve gerçek hayat problemlerine yaratıcı ve yenilikçi çözümlere yönelmesi ile tekrar çalışmaların yönünü kendi üzerine çekmeyi başarmıştır. Araştırmada yer alan yaratıcı problem çözme ile ilgili alan yazın çalışma örnekleri son yıllarda yapılan çalışmalardan kesitler sunma şeklinde düzenlenmiştir.

Ceylan (2014) yaptığı çalışmada ortaokul 8. sınıf fen bilimleri dersinde "asit ve baz" konusuna odaklanarak STEM evrensel bir ders tasarlayarak akademik başarıları, yenilikçilikleri ve problemlerin çözümü üzerinde neler yapıldığını araştırmıştır. Listelenen listelerin asitleri ve temel konusunda STEM eğitime dayalı bir ders tasarımı sunulurken, kontrol listelerinin aynı bölümleri konu, MEB fen bilimleri ders kitabının materyali deneyi ve kuralları ile birlikte işlenmektedir. Bu çalışma, STEM ders tasarımının öğrenci başarısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Bilimsel gelişmelerin daha etkili bir şekilde öğrenmelerine ve anlamalarına olanak sağlayan geniş kapsamlı, aynı zamanda yaratıcılık ve problem çözme süreçlerine yönelik potansiyel ile dikkat çekmektedir. Bu tür STEM uygulamaları, fen bilimleri eğitiminde öğrenci öğrenimini ve motivasyonunu artırabileceği ve bilimle ilgili olumlu tutumlar kazandırılacağı öğretilmektedir.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) yaptığı çalışmada STEM eğitimi, disiplinlerarası bakış açısıyla günlük yaşamlarda karşılaşılan problemlere odaklanarak bilgi ve beceri kazanmayı amaçlamaktadır. Bu eğitim, yaratıcı fikirlerini geliştirmelerini, gelişmiş fikirler oluşturabilmelerini ve karşılaşılan problemleri tasarlayacakları ürünlerle çözebilmelerini hedeflemektedir. Bugünlerde Endüstri 4.0 devriminde demokratik, STEM eğitimi almış bireylerden etkili iletişim kurabilen, takım ilişkilerini önemseyen, yaratıcı düşünebilen, girişimci ve problem çözen bireyler olarak yetişmeleri mümkün. STEM eğitimi alanında günlük yaşamlarında problem çözme yetenekleri takım çalışması içinde, problem tanıma, yaratıcı çözümler bulma, araştırma ve maliyet etkin çözümler geliştirmede kullanma seçenekleri sunulmaktadır.

Aydın ve Çorlu (2016) perspektifine göre, STEM eğitimlerinin dağılımına yönelik olarak fiziksel, entelektüel ve kültürel dünyalarını zenginleştirme amacı taşır. Bu eğitim yaklaşımının getirisi öz yeterlikler arasında ise eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözmeyi öne çıkartmaktadır. Yani, STEM eğitimi sayesinde özet, sadece akademik bilgi kazanımla özetlenir, aynı zamanda düşünmeyi geliştirerek eleştirel bir bakış açısı kazanır ve yaratıcı problemleri çözebilme yeteneklerini arttırlar. Bu bağlamda, STEM eğitiminin geniş bir perspektife sahip olmalarını sağlayarak, farklı alanlarda daha yetkin hissetmelerine katkı sağlar.

Yeldan (2016) yaptığı çalışmada düzenlenen yaratıcı problem çözme etkinliklerinin ortaokullarının başarılarına, problem çözme ve yaratıcı problem çözme yeteneğine etkisinin incelendiği ifade edilmektedir. Deneysel araştırma yönteminin çalışması, 60 kişilik bir sınıf ünitesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, yaratıcı problem çözme etkinliklerinin akademik başarılarını, problem çözme becerilerini ve yaratıcı fikirlerin nasıl değiştirilebildiğini görmek için tasarlanmıştır. Deneysel araştırma yöntemi, neden-sonuçların daha güçlü bir şekilde belirlenmesine yardımcı olabilir. Sonuçlar, yaratıcı problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin başarılarını ve problem çözmeyi olumlu yönde etkileyip etkilemediğini değerlendirmede önemli olacaktır.

Çakır (2020) yaptığı çalışmada kodlama eğitiminin öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve bilişüstü farkındalıkları üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemeye çalışmıştır. Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerine Yaratıcı Problem Çözme Envanteri ve Bilişüstü Farkındalık Envanteri uygulanmıştır. Araştırma verileri nicel betimsel yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, kodlama eğitiminin yaratıcı problem çözme becerisi ve bilişüstü farkındalık puanları üzerinde, kodlama eğitimi alan öğrencilerle almayan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Kodlama eğitiminin bilişüstü farkındalıkları ve yaratıcı problem çözme becerisini geliştirdiğini söylemek mümkündür.

Yalçın (2020) yaptığı çalışmada tasarım odaklı düşünmeye göre oluşturulan STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılık ve problem çözme becerilerine etkisini araştırmayı hedeflemiştir. Araştırmada karma yöntem uygulanmıştır. Araştırmada Alternatif Kullanımlar Testi, Wally Sosyal Problem Çözme Testi, Öğretmen Görüşme Formu, STEM eğitimi süreç gözlem formu ve Araştırma günlüğü veri toplama araçları kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda hedef grubun uygulanan veri toplama araçları açısından olumlu yönde gelişim ve görüş geliştirdikleri tespit edilmiştir.

Alparslan (2021) yaptığı çalışmada 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel etkinlikler yoluyla yaratıcı problem çözme becerisine, 21. yy. becerilerine etkisini ve öğrencilerin uygulama sürecine yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı öğrencilere bilimsel etkinlikleri uygulama öncesinde ve sonrasında yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri ve 21. yy. becerileri ölçeği uygulanmış olup, uygulama sonrasında öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerisini ve 21. yy. becerilerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma sonunda alınan öğrenci görüşleri incelendiğinde bilimsel etkinlik sürecinin olumlu düşünce geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaplan (2023) çalışmasında mühendislik tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımının özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve girişimcilik becerilerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın araştırma grubunu Mardin Bilim ve Sanat Merkezi'nde eğitim alan 20 deney ve 20 kontrol grubu öğrencisi olmak üzere toplam 40 öğrenciden oluşturmaktadır. Veri toplama araçları olarak Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri (YPCÖE), Fen Tabanlı Girişimcilik Ölçeği (FTGÖ) ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda mühendislik tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımının özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve girişimcilik beceri düzeyleri üzerinde olumlu yönde katkısının olduğu belirlenmiştir. Eğitim süreci sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelerde kendilerini daha yaratıcı ve mutlu hissettiklerini, mühendislik algılarında olumlu değişimler olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada biyoçeşitlilik konusunda STEM uygulamalarının yaratıcı problem çözme becerisini geliştirme durumunu karma yöntemle belirlemeyi hedeflemesi açısından önem arz ettiği düşünülmektedir. Ayrıca uzun süreli eğitimler ve gözlemler sonucunda öğrenme sürecinin izlenmiş olması araştırmanın etki gücünü artırdığı düşünülmektedir.

2.2.5. STEM Eğitiminde Yapılan STEM Okuryazarlığı (SOY) İle İlgili Araştırmalar

MEB (2018) fen bilimleri öğretim programı fen okuryazarlığına vurgu yapmaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki SOY çalışmaları alanda daha sınırlı kaldığı düşünülmektedir. Fakat Dünya'da STEM eğitiminin yaygınlaşması ile STEM eğitiminin hedefleri arasında yer alan SOY ön plana çıkmaya başlamıştır. Alan yazında son yıllarda SOY çalışmaları artmaya başlamıştır. Araştırmada SOY'a odaklanılmış olup kısmen fen okuryazarlığı çalışma örneklerine yer verilmiştir.

Yarker ve Park (2012) çalışmasında dağılım disiplin kısıtlamaları olmadan bir sorun üzerinde düşünme yeteneği birikiminin, farklı disiplinler arasındaki bağlantılar daha iyi anlamalarına yardımcı olabileceğini vurgulamaktadır. Disiplinlerarası yaklaşımların, bilimsel okuryazar bir toplum oluşturma konusunda önemli bir katkı sağladığı belirtilmektedir. Öğrencilerin beklentileri, sadece bilime dayalı etkilere dayanarak gerçek dünya sorunlarıyla ilgili iddiaları eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmeleri ve düşünmeleridir. Bu bağlamda, insanların eleştirel düşünce ilişkilerinin genişlemesi amacıyla disiplinlerarası yaklaşımları kullanarak bilimi öğrenmeleri teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Şencan (2013) çalışmasında, günlük yaşam problemlerinin fen okuryazarlığına ve teknolojik süreçlerin işlenmesine yönelik etkisi yarı tarama yöntemiyle incelenmiştir. Araştırmanın sunumuna göre, günlük yaşam problemlerinin fen derslerinde kullanılması, teknolojik süreç yetenekleri ve fen okuryazarlığı alt boyutlarından bilimin gelişmesinin etkisi ortaya çıktı. Ancak aynı etkinin fen okuryazarlığı alt boyutlarından bilim-teknoloji-toplumun etkilenmediği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, günlük yaşam problemlerinin fen eğitiminde etkili öğrenme stratejilerini ve bunların ayrıntılarını süreç özelliklerini kazandırmada önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Fen derslerinde gerçek hayatta kalma örneklerinin kullanımı, dünyadaki fen konularını anlamalarını ve fen okuryazarlığına sahip olmalarını destekleyebilir. Ancak bu etkinin tüm fen okuryazarlığı alt boyutları üzerinde eşit derecede etkili olmadığı dikkat çekicidir. Bu durum, öğretim teknolojisinin ve içeriğinin fen eğitiminde düzenli bir şekilde planlanmasının öneminin ortaya çıkması açısından önemlidir.

Techakosit ve Nilsook (2016) yaptıkları çalışmada SOY'ü geliştirmek için Artırılmış Gerçeklik (AR) vasıtasıyla bilimsel hayal etme sürecini kullanmayı amaçlamışlardır. Araştırmada SOY'ü geliştirmek için AR vasıtasıyla bilimsel hayal etme sürecini geliştirmek için hayal etme sürecindeki, bilimsel süreçteki ve AR öğrenme ortamındaki veriler analiz edilmiş ve SOY'ü geliştirmek için AR aracılığıyla bilimsel hayal etme öğrenme sürecinin uygunluğu değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda SOY'ü geliştirmek için artırılmış gerçeklik aracılığıyla bilimsel hayal etmenin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Uzman görüşlerine göre bilimsel hayal etmeye uygun öğrenme süreci, artırılmış gerçeklik (AR) öğrenme ortamı ve AR aracılığıyla bilimsel hayal etme öğrenme sürecinin SOY'ü geliştirebileceği konusunda uzmanlar arası fikir birliği sağlandığı görülmüştür.

Keskin (2017) tarafından yürütülen çalışma, yaşamsal bölgesel "React" öğretim stratejisinin 6. sınıfların fen okuryazarlıkları üzerindeki kayıtlı belleklerde incelenmiştir.

Çalışmanın sunumuna göre, yaşamdaki genel reaksiyon öğretim stratejilerinin fen okuryazarlığını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, fen okuryazarlığın cinsiyete göre, kızların anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, fen okuryazarlığı üzerinde öğretim sunumlarının sunduğu değerlendirmeleri değerlendiren önemli bir örnektir. Yaşamın genel "tepki" stratejisinin kullanımıyla fen okuryazarlıklarında gözlemlenen yükseliş, bu stratejinin eğitimde etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Ayrıca cinsiyete göre fen okuryazarlık seviyelerindeki farklılıkların belirlenmesi, eğitimcilerin öğretim stratejilerini daha cinsiyete duyarlı hale getirme olanağı sağladığını vurgulamaktadır.

Techakosit ve Nilsook (2018) yaptıkları çalışmada arıtılmış gerçeklik yoluyla bilimsel hayal etme (SIGAR) sürecini SOY unsurları açısından uygunluğunu incelemeyi ve SIGAR'ın öğrenme süreci içerisinde SOY gelişimine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Sonuçlar uzman görüşleri ışığında SOY'un STEM problemlerini tanımlama yeteneği, yeni bilgi arama yeteneği, STEM kavramlarını uygulama, STEM'i kullanarak problemleri çözme yeteneği, STEM ile ilgili bilgileri iletme yeteneği ve STEM'i kullanarak karar verme yeteneğinden oluştuğunu göstermiştir. Ayrıca SIGAR öğrenme sürecinin her adımının hangi SOY yeteneğinin geliştirilmesi için en uygun olduğunu değerlendirmişlerdir.

Yasin, Prima ve Sholihin (2018) yaptıkları çalışmada 8. sınıf öğrencilerine Arduino-Android Oyunu tabanlı elektrik konusu deney kullanılarak STEM uygulaması yapmayı ve öğrencilerin STEM okuryazarlıklarını belirlemeyi hedeflemiştir. Araştırmanın verileri Allan Zollman'ı temel alan SOY amaç testinden toplanmıştır. Toplanan veriler SOY, STEM disiplinleri ayrı ayrı dikkate alınarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda STEM uygulamasının bilim, matematik, teknoloji ve mühendislik okuryazarlığını geliştirmek için sınırlı düzeyde uygun olduğunu belirlemişlerdir. Öğrencilere daha uzun süreli deneyimler kazandırılması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

Chamrat, Manokarn ve Thammapratchep (2019) yaptıkları çalışmada STEM disiplinlerinin entegrasyonuna odaklanan STEM okuryazarlığı için SOY veri toplama aracı geliştirerek STEM araştırma alanındaki ihtiyacı karşılamayı amaçlamışlardır. SOY anketi için STEM kavramları, STEM uygulamaları, STEM uygulamaları, STEM tutumları ve STEM ile ilgili bağlam olmak üzere beş kategori belirlenmiştir. Oluşturulan SOY anketi öğretmenlere uygulanarak verileri analiz edilmiştir. STEM eğitimi alanında kullanılabilir bir anket oluşturulduğu ve yapılacak çalışmalarda uygulanabileceği belirtilmiştir.

Techakosit and Srisakuna (2019) yaptıkları çalışmada öğrencilerin temel yeterliliklerini geliştirmek amacıyla facebook aracılığıyla bilimsel hayal etme öğrenme etkinliği geliştirmek ve öğrencilerdeki etkisini incelemektir. Araştırma sonuçları, Facebook aracılığıyla bilimsel hayal etme öğrenme etkinliğinin Hayal Et, Çalış, Tasarla, Geliştir, Sun ve Değerlendir şeklinde altı basamaktan oluştuğu ve uygunluğuna ilgili uzman görüşlerinden yola çıkarak uygulanabilir olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin temel yeterliliklere ilişkin öz değerlendirmeleri karşılaştırıldığında genel olarak anlamlı bir artış olduğu ve iletişim, düşünme ve öğrenme, problem çözme ve teknolojiyi uygulayabilme becerilerinin gelişim gösterdiği görülmüştür.

Ulukan (2019) tarafından geliştirilen çalışma, farklı ülkelerin (Kanada, İtalya, Almanya, İspanya, Fransa ve Türkiye) gelişmişlik düzeyindeki fen okuryazarlığı bölümlerinde uzaktaki tarama yöntemiyle incelendiği görüldü. Araştırmaya göre; gelişmişlik düzeyi yüksek olan ülkelerin fen okuryazarlık gösterdiğinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma, ülkeler arasındaki gelişmişlik yapısından, fen okuryazarlığı seviyeleri üzerindeki potansiyeli değerlendirmektedir. Elde edilen bulgular, daha gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerin genellikle daha yüksek fen okuryazarlığı seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, ülkeler arası eğitim politikalarının ve kaynak dağılımlarının, fen okuryazarlığının değişebileceğini düşündürmektedir. Yüksek gelişmişlik seviyesine sahip ülkelerin bu alandaki başarıları, diğer ülkeler için bir ilham kaynağı olabilir ve eğitim sistemlerinde yaygın olanların bu alanda önemli bir rol oynayabileceği görülmektedir.

Wannapiroon ve diğerleri (2021) yapmış oldukları çalışmada meslek lisesi öğrencileri için SOY'un önemi araştırılmıştır. Süreç boyunca proje tabanlı öğrenme baz alınmış olup SOY'un buluş ve yenilik yaratmaya yönelik yetenekleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, Tayland mesleki eğitimi için SOY'un STEM problemini tanımlama, yeni bilgileri araştırma ve edinme, STEM kavramlarını uygulama, STEM problemini çözme, STEM bilgilerini iletmek ve STEM'i kullanarak karar verme olmak üzere altı bileşenden oluştuğu tespit edilmiştir.

Jackson, Mohr-Schroeder, Bush, Maiorca, Roberts, Yost ve Fowler (2021) yaptıkları çalışmada, Öğrencileri, özellikle azınlıklaştırılmış grupları, STEM'e ait olarak haklı ve kasıtlı olarak konumlandırılan K-12 SOY'un kavramsal çerçevesi sunulmuştur. SOY'un eşitlik temelli çerçevesini kavramsallaştırmak için, SOY'a katkı sunan deneysel çalışmalar incelenmiştir. STEM içindeki alt okuryazarlıklardan (yani bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik okuryazarlığı) yola çıkarak SOY'un öneminden bahsedilmiştir.

Eşitlik Odaklı STEM Okuryazarlığı Çerçevesi entegre STEM eğitimini tüm öğrencilere eşit fırsatlar sağlayabilmesi konusunda açıklamalarda bulunmuşlardır.

Salcı ve Aydın (2021) tarafından yürütülen çalışma, ortaokulların fen okuryazarlığını belirleme ve fen okuryazarlıklarını değerlendirme amacıyla Kastamonu il genelinde bir devlet okulunda 1674 öğrenciyle gerçekleştirildi. Araştırmaya göre; bölgelerdeki genel fen okuryazarlık seviyesinin yüksek olduğu ve fen okuryazarlıkları üzerinde anne-baba eğitim durumları, sınıf seviyeleri ve cinsiyete göre anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu çalışma, belirli bir bölgedeki ortaokulların fen okuryazarlığında gerçekleştirildiği ve özelliklerin derecelendirilmesi amacıyla önemli bir adım atılmıştır. Fen okuryazarlığının yüksek olması, konulardaki ilgi ve anlaşılmasını vurgulayabilir. Ayrıca, anne-baba eğitim durumu, sınıf seviyesi ve cinsiyet gibi serbest fen okuryazarlığı üzerindeki etkiler, eğitim politikalarının ve öğretim programının şekillendirilmesinde büyük bir öneme sahiptir.

Arduç (2023) yaptığı çalışmada, ortaokul öğrencilerinin sosyobilimsel konu temelli argümantasyon uygulamalarının fen okuryazarlığı düzeyleri, sosyobilimsel konulara yönelik tutumları, eleştirel düşünme eğilimleri ve karar verme becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırmada karma yöntem kullanılmış olup çalışmanın örneklemini 66 ortaokul 7. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Nicel veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen Fen Okuryazarlığı Testi kullanılmıştır. SBK'ya yönelik tutumun ölçülmesi için "Çocukların Sosyobilimsel Konulara Yönelik Tutumları Ölçeği", eleştirel düşünme eğilimlerinin ölçülmesi için Ortaokul Öğrencileri için Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği", karar verme becerileri için Karar Verme Becerileri Testi kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formları ve sınıf içi gözlem formu kullanılmıştır. Araştırma bulgularında incelenen değişkenlere göre gruplarda anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin veri toplama ölçekleri açısından ön test son test puanları arasında anlamlılık olduğu fakat sosyobilimsel konulara yönelik tutum puanlarında ise grupların ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Web 2.0 aracı ile yapılan uygulamaların fen okuryazarlığı, eleştirel düşünme eğilimini ve karar verme becerilerini geliştirme açısından daha verimli olduğu görülmüştür.

Rauf (2023) yaptığı çalışmada Çin'deki fen bilimleri öğretmenlerinin varolan SOY düzeyini incelemiştir. Çalışmada nicel ve nitel verileri toplamak için anket kullanılmıştır. Nicel verileri desteklemek amacıyla nitel veri analizinde yorumlayıcı yöntemler kullanılmıştır. Araştırmacı, mevcut fen bilgisi öğretmenlerinin genel olarak STEM eğitimi,

STEM bilgisi ve öğretme becerilerinde zayıf olduklarını ancak okuryazarlıklarını geliştirme farkındalığına sahip olduklarını tespit etmiştir. Araştırmanın fen bilgisi öğretmenlerinin SOY’u araştırarak fen eğitiminin geliştirilmesine olumlu etki yapması umulmaktadır.

Tenney, Stringer, LaTona-Tequida ve White (2023) yaptıkları çalışmada, okuryazarlık kavramının yaşamın birçok alanıyla ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alan yazında çok fazla ilgi gören alanlar olduğundan, SOY’u günümüz eğitim sistemi ve ilerisinde önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamışlardır. SOY tanımı kişisel inançlar, geçmiş deneyimler ve bireylerin kullandığı öğrenme teorileri dahil olmak üzere birçok kaynaktan etkilenmektedir. Çalışma bu anlamda SOY’un kavramsallaştırılmasını ve ilgili sınırlamaları üç farklı öğrenme teorisi kapsamında tartıştığı görülmektedir. SOY bilgi işleme, yapılandırmacılık ve sosyokültürel teori açısından ele alınmakta olup devamında öğrencileri ve eğitimcileri desteklemek adına sınırlamaları ele almakta ve bilimsel okuryazarlığa sosyopolitik bir bakış açısı sunmaktadır.

Alan yazında SOY konusunda ölçek geliştirme çalışmaları son yıllarda yurtdışı kaynaklarında ön plana çıkmaya başladığı görülmektedir. Oluşturulan ölçekler genelde STEM’i kapsayan tüm disiplin alanlarına yönelik okuryazarlıkların ayrı ayrı ele alınması ya da değerlendirme ölçeği şeklinde olup sınırlı kaldığı düşünülmektedir. Türkiye’de STEM disiplinlerinden bağımsız, SOY üzerine nicel ya da nitel herhangi bir veri toplama aracına veya geliştirme çalışmasına rastlanmamıştır. Çalışmalar genelde bilimsel okuryazarlık ya da disiplin okuryazarlıkları şeklinde olduğu görülmektedir. Yurtdışı ölçek geliştirme çalışmalarının genelde nicel olması, araştırmada STEM’i oluşturan disiplinler ve ilgili disiplini içine alan STEM unsurları kapsamında belirlenen SOY yeteneklerine göre yarı yapılandırılmış gözlem formu geliştirilmiştir. SOY’un öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen bütüncül anlayış ve bakış açısı kazandırma ve uygulamaları açısından alan yazında bir ihtiyaca cevap olacağı düşünülmektedir.

2.2.6. STEM Eğitiminde Yapılan Biyoçeşitlilik Eğitimi ile ilgili Araştırmalar

Bu konu başlığı altında son yıllarda biyoçeşitlilik eğitimi konusunda yapılmış STEM uygulama çalışmalarından yer verilmeye çalışılmıştır. Biyoçeşitlilik konusu STEM eğitimin disiplinlerarası yapısına uygun konulardan biri olması sebebiyle 21. yy. becerilerinin, üst düzey düşünme becerilerinin ve disiplin alanı okuryazarlıkları ve çatı

okuryazarlık kavramı olarak SOY anlayışının kazandırılmasında lokomotif göreve sahip olabileceği düşünülmektedir.

Kuvaç (2018) yaptığı çalışmada STEM temelli çevre eğitime yönelik öğretim etkinliği geliştirmiş, planlanan eğitim kapsamında biyoçeşitlilik konusu ele alınmış ve fen bilimleri öğretmen adaylarının çevre okuryazarlıkları, çevreye yönelik zihinsel modelleri, 21. yy öğrenimine yönelik tutumları, STEM'e yönelik algıları, STEM eğitime yönelik öz-yeterlik inançları, mühendis ve mühendisliğe yönelik algılarına etkisinin incelenmesi ile fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulama sürecine yönelik görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, karma yöntem kullanılmıştır. 51 öğretmen adayına 12 haftalık bir eğitim uygulanmıştır. Araştırma sonucunda; fen bilimleri öğretmen adaylarının çevresel bilgi, tutum, davranış ve STEM'e yönelik algılarında son test lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Ayrıca, STEM temelli çevre eğitiminin öğretmen adaylarının çevreye yönelik zihinsel modellerinin tamamlanmasını, STEM eğitime yönelik öz-yeterlik inançlarını ve mühendis ve mühendisliğe yönelik algılarını desteklediği belirlenmiştir. Ayrıca, uygulama sonunda yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının uygulama süreciyle ilgili olumlu görüş oluşturdukları belirlenmiştir. STEM ve çevre eğitiminin entegrasyonuna yönelik yetiştirme programlarının geliştirilmesinde fikir oluşturması beklenmektedir.

Bolatlı ve Korucu (2018) çalışmasında Web 2.0 araçları ile biyoçeşitlilik konusunda STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin eğitime dönük düşüncelerinin araştırılmasını konu almaktadır. Çalışma grubu, 6 kız ve 6 erkek ortaokul öğrencisinden oluşan yedinci sınıf öğrencisini kapsamaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılarak yarı yapılandırılmış görüşme formları ve video kayıtlarıyla veriler toplanmıştır. Betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrenciler STEM eğitimi ve işbirlikli öğrenme konusunda genel olarak olumlu düşündüklerini belirtmişlerdir. Web 2.0 araç kullanımı ile eğitimin eğlenceli geçtiğini, derse karşı motivasyonlarının arttığı tespit edilmiştir.

Alp (2019) çalışmasında Scratch Programı ile ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve eleştirel düşünme becerilerine etkisini araştırmaktadır. Araştırma 96 beşinci sınıf öğrencisinden oluşan deney ve kontrol gruplarıyla gerçekleştirilmiştir. Deney gruplarına rutin fen bilimleri dersi haricinde Scratch programı ile kodlama eğitimi verilmiştir. Deney grubundan biyoçeşitlilik konusunda işbirlikli öğrenme oyun tasarımları beklenmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyini belirleyebilmek için oluşturulan iki aşamalı sorular sorulmuştur. Eleştirel düşünme becerilerini tespit edebilmek için Eleştirel Düşünme Anketi kullanılmıştır. Bulgular

Scratch programı ile işbirlikli öğrenme ortamının öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri ve eleştirel düşünme becerilerinde deney grupları lehine anlamlı fark olduğu saptanmıştır.

Karslı Baydere ve Kurtoğlu (2020) yaptıkları çalışmada, 5. sınıfta biyoçeşitlilik konusunu derinlemesine anlamalarına REACT stratejilerinin etkisini araştırmışlardır. Doğu Karadeniz'deki bir ilde bu araştırma karma yöntem desenlerinden sıralı/açıklayıcı desen kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 21 deney ve 18 kontrol olmak üzere toplamda 39 öğrenci yer almıştır. Veri toplama sürecinde görüşme formu ve iki aşamalı biyolojik çeşitlilik kavram testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre REACT stratejisine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırdığı belirlenmiştir. Deney grubuna yapılan uygulamaların öğrencilerin öğrenme ürünlerinde faydalı olduğu, kalıcı öğrenmeyi sağladığı gibi olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilere biyolojik çeşitlilik gibi konuların öğretilmesinde günlük yaşam bağlamları kullanılarak doğru bir şekilde öğrencilerin anlamlandırmalarını destekleyen araştırmaların artırılabilceği belirtilmiştir.

Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) yaptıkları çalışmada beşinci sınıf öğrencilerine yönelik biyoçeşitliliğin önemini kavratmak amacıyla dijital oyun tabanlı STEM etkinliği tasarlamışlardır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bir devlet okulunda uygulanan etkinlik 20 beşinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Tasarım temelli fen öğretimine uygun hazırlanan etkinlik, öğrencilerin STEM disiplinlerinin entegrasyonuna ve gerçek hayat problemlerinin çözümüne uygun işlendiği tasarım görevi içermektedir. Öğrenciler süreç boyunca tasarım problemlerine uygun çözümler sunmuşlar, bilimsel bilgi ve becerilerini kullanarak oyun tasarlamışlardır. Etkinlik sonunda öğrenciler mühendislik tasarım süreci, biyoçeşitliliğin önemi, deniz canlıları konularında bilgi ve deneyim sahibi oldukları; öğrencilerin işbirliği ve iletişim becerilerinin geliştiği belirtilmiştir. Etkinlik süresi uzatılarak farklı etkinliklerin yapılabileceği önerilmiştir.

Uyanık, Özakdağ ve Yıldırım (2022) yaptıkları çalışmada fen bilimleri öğretim programında öğrencilere disiplinlerarası anlayış kazandırma hedefi, ders kitaplarında yer alma düzeyini belirlemeye çalışmışlardır. Bu anlamda ortaokul fen bilimleri ders kitaplarındaki STEM etkinliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi için STEM Etkinlikleri Değerlendirme Rubriği ve öğretmen görüşlerini almak için görüşme formu kullanılmıştır. Ders kitaplarında yer alan STEM etkinliklerinin yapısal olarak diğer ders kitaplarıyla uyumlu olmadığı, etkinliklerin çoğunda problem durumuna rastlanmadığı tespit edilmiştir.

STEM disiplinlerinden en az birinin eksik olduğu, değerlendirme bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sınırında yapılan alan yazın taraması ışığında belirlenen araştırma problemine yönelik incelenen alt problem cözümleri, geliştirilen biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü kapsamındaki etkinlikler fen bilimleri öğretim programı ile uygulamaları arasındaki makası daraltacağı düşünölmektedir. STEM eğitimi uygulama örnekleri açısından öğrenci ve öğretmenlere uygulama havuzunu genişletmesi beklenmektedir. Uygulama sürecinin uzun, beceri eğitimine önem veren ve farklı değişkenler ve veri toplama araçlarıyla desteklenmesi alana STEM eğitiminin dezavantajlı bölgelerde uygulanması ve verimi konusunda görünür bir resim çizmesi beklenmektedir. Ayrıca öğrencilere FTTC bağlantılarını sunan sosyobilimsel konu olarak biyoçeşitliliğe yer verilmesi, yeni yüzyılda mühendislik ve tasarım becerilerinin geliştirilmesine olan ihtiyacı karşılayacağı düşünölmektedir. Öğrencilerde disiplinlerarası bakış açısını geliştirerek bütüncül gelişime katkı sağlayacağı ve eğitim uygulamalarının etki gücünü artıracağı düşünölmektedir.

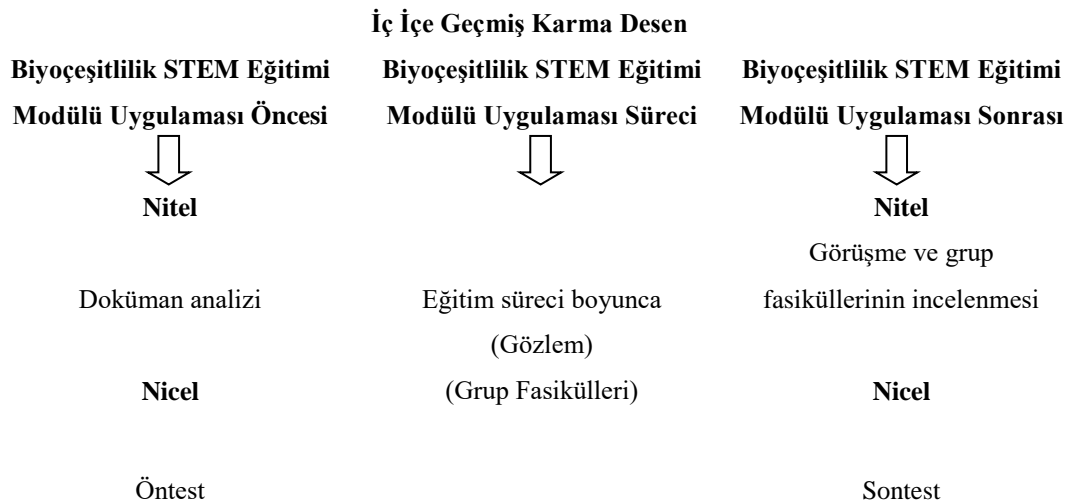
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları ve geliştirilen ölçme araçları ve eğitim materyallerine ait süreç, verilerin toplanması, verilerin analizine ve güvenilirlik geçerlik çalışmalarına yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Deseni

Araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları, nitel ve nicel yöntemlere ilişkin yaklaşım ve kavramların bir çalışma içerisinde birleştirilerek araştırmacılar tarafından kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2009; Johnson ve Onwuegbuzie, 2004; Tashakkori ve Teddlie, 1998). Karma yöntemde, verilerin toplanması, analizi ya da araştırmanın tüm süreçlerinde nitel ve nicel araştırma yaklaşımları bir arada kullanılmaktadır (Tashakkori ve Tedlie, 1998). Johnson ve Turner (2003) araştırmacının farklı araştırma yöntemlerini kullanarak veri toplamasını karma yöntemin temel ilkesi olarak belirtmişlerdir. Creswell (2006) ise karma yöntemde nicel ve nitel yöntemleri beraber kullanmak, araştırma problemlerini açıklamalarını daha etkili anlamayı sağlayacağını ifade etmektedir. Karma yöntem araştırmalarının amacının pek çok durumda bir fikri doğrulamak ya da desteklemekten ziyade, kişinin olay ya da durumla ilgili anlayışını genişletmek ve araştırma sorusuna geniş bir bakış açısı kazandırmak olduğu belirtilmektedir. Araştırmanın amacına uygun olması durumunda karma yöntem hem iki yöntemin (nitel ve nicel) dezavantajlarını ortadan kaldırmakta hem de avantajlarını birleştirmektedir (Onwuegbuzie ve Leech, 2004; Creswell, 2009). Bu sebeple karma yöntem, araştırmacılara yöntem seçimi ve araştırma hakkında tasarlama yapmaları için uygun bir yaklaşım olarak önerilmektedir. Ayrıca pek çok araştırma sorusu veya sorularının karma yöntemin sunduğu çözüm yollarıyla cevaplandırılabilceği de ifade edilmektedir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004).

İç içe geçmiş karma desende deneysel bir çalışma içerisine nitel bir aşama veya durum çalışması gibi nitel bir araştırma içerisine nicel bir aşama eklenebilir. Bu desende aşamalardan biri diğerini desteklemek amacıyla eklenmektedir (Şimşek ve Yıldırım, 2016). Çalışmanın araştırma deseninin iç içe geçmiş karma desen olarak seçilme sebebi nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanılması, veri toplama araçlarından elde edilen bulgu ve sonuçların entegre edilmesi ve farklı araştırma yöntemlerinin(nicel-nitel) birbirini açıklamasıdır. Araştırma deseni iç içe geçmiş karma desen olarak planlanmış ve genel şablonu Şekil 3.1’de verilmiştir.

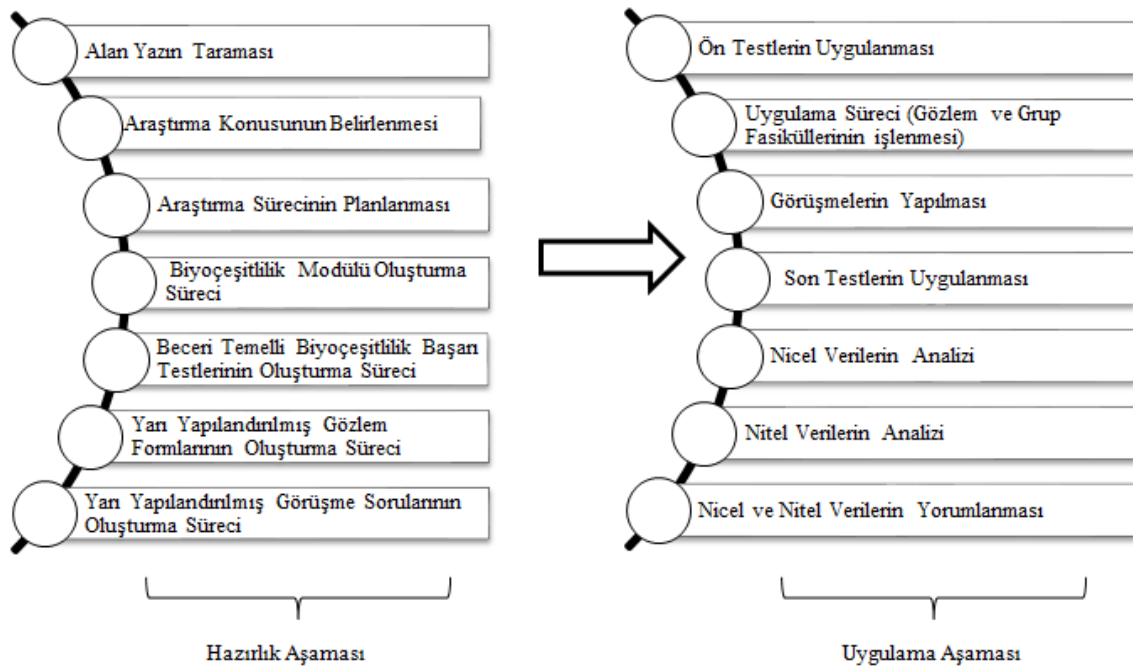


Şekil 3.1. Araştırmanın genel araştırma modeli

Nicel yöntem araştırma türlerinden biri deneysel araştırmalar ikisini oluşturmaktadır. Çalışmada öğrenci başarı ve beceri belirleyebilmek ve STEM eğitimine bağlı 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerini ve yaratıcı problem çözme becerisini kazanma durumlarını belirleyebilmek için deneysel araştırma yapılmıştır. Deneysel araştırmalar araştırmacının karşılaştırılabilir işlemler uygulaması ve etkilerini incelemesi sonucu kesin sonuçlar elde etmek amacıyla kullanılır (Büyüköztürk, 2016). Bir deneysel desen çalışmasında araştırmacı veri toplama araçları ile ön test-son test yaparak neden-sonuç ilişkisi belirlemek için verileri karşılaştırır. Deneysel desen türlerinden biri tek gruplu ön test- son test deneysel desendir. Tek gruplu ön test- son test deneysel desende bir gruba öncelikle ön test uygulanır ardından deneysel uygulama yapılır ve deneysel uygulama sonucunda son test uygulanır (Creswell, 2014). Yeni bir eğitim modülü geliştirilmesi uygulanması ve etkisinin belirlenmeye çalışılması durumunda tek gruplu ön test- son test deneysel desen kullanılabilir (Creswell, 2012). Araştırmanın nicel araştırma boyutunda STEM uygulamalarının yer aldığı biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü geliştirilip uygulandığı ve belirlenen nicel veri toplama araçları yardımıyla öğrencilerdeki gelişimi belirleme amaçlandığı için tek gruplu ön test- son test deneysel desen kullanılmıştır.

Nitel araştırma yöntemi ise, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği, toplanan verilere

göre araştırma sürecinin yeniden biçimlendirildiği tümevarıma dayalı esnek bir yaklaşımdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması, birincil veri toplama ve analiz aracı olarak araştırmacının kendisinin yer aldığı, tümevarımsal derinleştirilmiş betimleyici sonuçların elde edilmesine ve incelenmesine denir (Merriam, 2009/2015). Durum çalışmaları nitel araştırmalarda araştırmacının sınırlı bir sistemde (bir grup, kurum, toplum vb.) dünyayı nasıl algılayıp yorumladıkları ile ilgili zengin betimlemeler sunar (McMillan ve Schumacher, 2010; Turan, 2009). Tek bir durum içinde çoğu kez birden fazla alt tabaka veya birim olabilir. Bu durumda birden fazla analiz birimi söz konusu olacaktır. Buradaki ayırım, bir durum çalışmasının ilgili durumu, bütüncül ve tek bir ünite olarak ele almasına veya bir durum içinde olabilecek birden fazla alt birime yönelmesine ilişkindir (Yin, 2003). Araştırmanın ayrıntılandırılmış araştırma süreci Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Ayrıntılandırılmış araştırma süreci

Araştırma hazırlık ve uygulama süreci olarak iki aşamada değerlendirilebilir. Hazırlık aşaması alan yazın araştırmaları, araştırma konusunun belirlenmesi, araştırma sürecinin planlanması ve veri toplama araçlarının belirlenmesi, oluşturulması sürecini kapsamaktadır. Her bir aracın oluşturma süreci şekli ayrıntılı olarak konu başlıkları altında verilmiştir. Her bir aracın oluşturma süreci uzun zaman aralıklarını temsil etmektedir. Veri toplama araçlarının geliştirilmesi aşamaları keşfedici sıralı desen olarak ifade edilebilir.

Uygulama aşaması ön testlerin uygulanması, bilgilendirme çalışmaları, STEM eğitimi uygulamalarının çalışma grubuna uygulanması, son testlerin uygulanması, nicel ve nitel verilerin analizi, yorumlanması sürecini kapsamaktadır. Nicel ve nitel verilerin analiz ve yorumlanması süreci çeşitleme (eş zamanlı) deseni olarak ifade edilebilir.

3.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubunu Aydın ili Çine ilçesindeki taşınmalı eğitim veren bir köy okulunda öğrenim gören 19 ortaokul (8 Erkek, 11 Kız) beşinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmada amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemi olgu ve olayların keşfedilmesi ve açıklanmasından uzun zamana yayılmış ve derinlemesine analizi benimser (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Çalışmada geliştirilen biyoçeşitlilik konusu STEM eğitimi uygulamalarının geliştirilmesi ve değerlendirilebilmesi açısından çalışma grubunun daha öncesinde hiç STEM eğitimi almamış olması, dezavantajlı bölgede bulunması, biyoçeşitlilik konusunun fen bilimleri öğretim programında beşinci sınıf düzeyinde yer alması ve uzun süreli bir eğitimi kapsamamasından dolayı amaçlı örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmacının gruba ulaşımı açısından kolay ulaşılabilir durum örnekleme seçilmiştir. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olarak erişimi kolay çalışma grupları araştırmacıya hız ve pratiklik kazandırır (Patton, 1987). Araştırmacı yaşadığı il ve ilçe bağlamında araştırma alanını kolay ulaşılabilir olarak belirlemiş fakat araştırmanın konu kapsamı, problemi, ortamı ve okulun gönüllülük esasına göre çalışma grubu amaca uygun tercih edilmiştir.

Çalışma grubu aynı okulda öğrenim gören 34 beşinci sınıf öğrencisinden 19 öğrencinin gönüllü katılımı esasına dayalı oluşturulmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü çalışma grubu aynı ortaokuldan mezun, benzer hazırbulunuşluklara sahip, daha önce hiç STEM eğitimi uygulamalarına katılmamış, büyük çoğunluğunun bilim atölyesi, sergisi, gezisi gibi aktivitelere katılmamış, grup çalışması ve sunum çalışmaları açısından deneyimleri sınırlı durumdadır. Öğrencilerin sosyo- ekonomik düzeyi birbirine yakın ve çoğunluğunun ailesi alt ve orta gelir düzeyine sahiptir. Okul, Aydın ilinin büyükşehir olmadan önce nahiye statüsünde olması sebebiyle ailelerin eğitime bakış açıları olumlu denebilecek düzeydedir. Her sınıfta kullanılabilir akıllı tahta bulunmakta, öğrenciler akıllı tahta kullanımı konusunda deneyimli fakat aynı anda birden fazla öğrencinin internete erişimi konusunda sorun yaşanmaktadır. Bilgi teknolojileri sınıfında bilgisayarların çoğu çalışır durumda fakat ekstra kullanımlar için sınırlılık söz konusudur. Okulun fen bilimleri

laboratuvarı bulunmamakta tüm sınıfları derslik şeklinde değerlendirilmektedir. Çalışmanın araştırma aşamalarında ailelerden izinli olarak telefon, tablet, bilgisayar gibi teknolojik aletlerin çalışmaya (her grupta bir-iki tane olacak şekilde) getirilmesine izin verilmiş olup aile bilgilendirmeleri whatsapp üzerinden sağlanmıştır. İnternet erişiminin sıkıntılı olduğu durumlarda araştırmacı ve öğretmen tarafından internet desteği sağlanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Teknikleri

Çalışmaya dair veriler nitel ve nicel olmak üzere iki yoldan toplanmıştır. Veri toplama araçları ile ilgili tanıtımlar ve geliştirilen veri toplama araçları ile ilgili süreç aşağıda sunulmuştur.

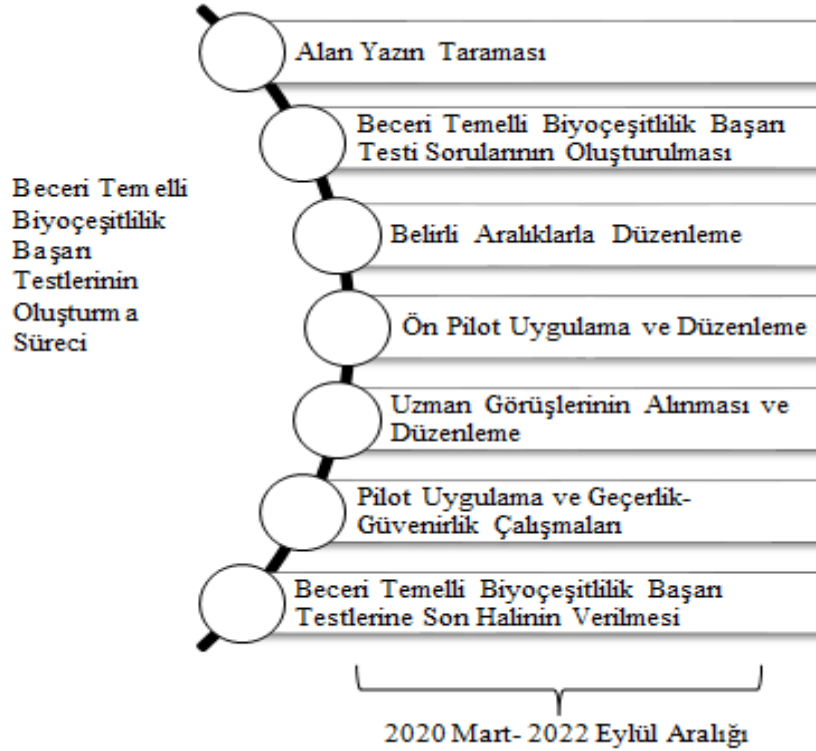
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

Nicel veri toplama araçları olarak STEM eğitimi uygulamalarının çalışma grubunun biyoçeşitlilik konusundaki bilişsel becerilerine etkisini belirlemek amacıyla beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin 21. yy. becerilerinin gelişimini değerlendirmek amacıyla 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği ve yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri kullanılmıştır.

3.3.1.1. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi. Bu başlık altında nicel veri toplama araçlarından beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testlerinin tanıtımı ve geliştirme sürecine yer verilmiştir.

Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi çoktan seçmeli ve açık uçlu olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Araştırmacı tarafından geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış olan testin 12 sorudan oluşan bölümü çoktan seçmeli şeklinde düzenlenmiş olup amacı öğrencilerin biyoçeşitlilik konusundaki bilişsel beceri gelişimleri hakkında ön test ve son test puanlarını karşılaştırarak yorum yapabilmektir. İlgili test Ek 9'da sunulmuştur. Hazırlanan diğer test ise biyoçeşitlilik konusunda açık uçlu test olarak oluşturulmuş olup 8 ana 15 alt sorudan oluşmaktadır. Amacı öğrencilerin biyoçeşitlilik konusundaki bilişsel beceri gelişimlerini açık uçlu sorular kanalıyla ön test ve son test puanlarını karşılaştırarak yorum yapabilmektir. İlgili ölçek Ek 10'da sunulmuştur.

3.3.1.1.1. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testlerinin (BETBİB testi- 1 ve BETBİB testi- 2) geliştirilmesi. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi geliştirme süreci Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi oluşturma süreci

Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testinin oluşturma süreci, test oluşturma aşamaları takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Geçerli ve güvenilir değerlere sahip bir başarı testi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Soruların oluşturulması: MEB (2018a) fen bilimleri öğretim programı, MEB kaynak kitapları, MEB 5. sınıf biyoçeşitlilik konusu beceri temelli soru örnekleri, MEB kazanım testleri ve NGSS (2013) ve MEB (2020) TIMSS Türkiye Sonuçları Değerlendirme Raporu’ndan yararlanılmıştır. NGSS (2013) ve MEB (2018a) kazanım beceri ayrıntılı tablosunu içeren bilgiler Ek 26 Biyoçeşitlilik STEM Modülü İçeriği, NGSS, MEB, 21. yy. Becerileri, SOY eşleştirme tablosunda verilmiştir.

Biyoçeşitlilik STEM Modülü içeriği, MEB (2018a) fen bilimleri öğretim programı biyoçeşitlilik konusu kazanımlarına göre hazırlanmıştır. Biyoçeşitlilik konusu kazanım kapsamı aşağıda belirtilmiştir. Kazanımlardan F.5.6.1.3. ve F.5.6.1.4. numaralı kazanımlar ihtiyaç dahilinde araştırmacı tarafından yazılmıştır. Kazanım F.5.6.1.4. model geliştirmeye

yönelik olduğu için beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testinde yer verilmemiştir, tasarım süreci boyunca değerlendirilmiştir.

F.5.6.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.

F.5.6.1.2. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.

F.5.6.1.3. Biyoçeşitliliği korumak için çözüm önerileri sunar.

F.5.6.1.4. Biyoçeşitliliği korumak için modeller geliştirir.

Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) Testi ilk olarak 17 çoktan seçmeli ve 10 açık uçlu (27 alt sorulu) sorudan oluşan toplam 25 soruluk karma test şeklinde düzenlenmiştir. Soruların kapsam geçerliliğini sağlamak için kazanım, beceri tablosu ve belirtke tablosu oluşturulmuştur. Belirtke tabloları ile ilgili ayrıntılı bilgileri Tablo 3.1, Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.1. Çoktan Seçmeli ve Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Testlerin Kazanımlara

Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi Kazanım ve Soru Dağılımları			
Kazanımlar	Çoktan Seçmeli Sorular	Açık Uçlu Sorular	Toplam
F.5.6.1.1	7	14 (alt soru)	21
F.5.6.1.2	7	7 (alt soru)	14
F.5.6.1.3	3	6 (alt soru)	9
Toplam	17	27	44

Tablo 3.2. TIMSS 2019 Beceri Tablosuna Göre Soruların Dağılımı

Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi Becerilere Göre Soru Dağılımı	
Beceri	Soru Sayısı
Bilme	5
Uygulama	18
Akıl Yürütme	21
Toplam	44

Tablo 3.3. *Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi (BETBİB Testi) Belirtke Tablosu*

	Bilişsel Alanlar	Konular		
		Biyoçeşitliliğin Tanımı (F1)	Biyoçeşitliliğin Önemi (F1)	Biyoçeşitliliği Etkileyen Faktörler (F2)
Bilme (5)	Hatırlama/ Tanıma (2)		Soru 15a Soru 22e	
	Tanımlama (1)	Soru 22c		
	Örnekler Verebilme (3)			Soru 2 Soru 23b
Uygulama (18)	Karşılaştırma/ Sınıflama (4)	Soru 1 Soru 7 Soru 10	Soru 5	
	İlişkilendirme (1)		Soru 20b	
	Bilgiyi Yorumlama (5)		Soru 16a	Soru 3 Soru 9 Soru 19a Soru 4 Soru 21
	Açıklama Yapma (7)		Soru 18a Soru 18b Soru 16c Soru 25a	Soru 6 Soru 20c Soru 23a
Akıl Yürütme (21)	Analiz (3)		Soru 12	Soru 17b Soru 17c
	Sentez (4)		Soru 15b	Soru 19b Soru 23c Soru 25c
	Soruları Açık Bir Şekilde İfade Etme/ Hipotez Kurma/ Tahmin Etme (5)		Soru 22a	Soru 11 Soru 17a Soru 20a Soru 24a
	Araştırma Tasarlama (1)		Soru 22b	
	Değerlendirme (6)	Soru 24b	Soru 16b Soru 18c	Soru 14 Soru 22d Soru 8
	Sonuç Çıkarma (2)		Soru 25b	Soru 13

Ön pilot uygulama: BETBİB Testi 60 Bilsem, 55 özel okul olmak üzere toplam 115 altıncı sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Boş kağıtlar, işaretleme hataları olan cevap kağıtları değerlendirilmeye alınmamıştır. 97 öğrencinin cevapları değerlendirilmeye uygun bulunmuştur. Öğrencilerden gelen dönütlere göre çıkması uygun olan ya da düzenlenmesi gereken maddeler işaretlenmiştir. Uygulayıcıların uygulama esnasında aldığı notlar da dikkate alınmıştır. Soruların anlaşılabilirliği, zorluğu, bilinmeyen kelimeler (imar, canlılar arası rekabet vb.) ya da kavramlar, verilen süre gibi durumlarla ilgili dönütler alınmış, düzenlemeler yapılmıştır. “İmar” kelimesi anlaşılmakta zorlanıldığı için “yapılaşma” olarak, “canlılar arası rekabet” söz öbeği “canlıların kendi arasında av bulma çabası” olarak düzenlenmiştir. Akvaryum sorusunda su canlılarının çeşit sayısı sorulduğunda akvaryum dibindeki deniz yıldızının büyük bir çoğunluk tarafından farkedilmemesi

sebebiyle resim boyutu büyütülmüştür. Açık uçlu soruların birinde “ata tohumu” kavramının geçmesinde öğrencilerin bazılarının ata tohumunun ne olduğunu bilmediklerini belirtmelerinden dolayı ata tohumu kavramının yanına parantez içinde “yerli” ifadesi eklenmiştir. Evet/Hayır’lı cevap isteyen bir alt soruda maddeleri anlamakta öğrenciler zorlandığı için cümleler basitleştirilerek ifade edilmiştir. Ayrıca uygulayıcılar ön pilot uygulama sırasında öğrencilerin akademik başarı testi uygulama süreci konusunda notlar almaları istenmiştir. Uygulayıcı notlarından ve gözlemlerinden elde edilen dönütler dikkate alınmıştır. Bu notlara göre beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi öğrencilere uzun geldiği belirlenmiştir. Ayrıca testte en çok bağımlı-bağımsız değişken sorusunu ve yaşam döngüsü oluşturma sorusunu cevaplamakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerden gelen dönütlerde de zorlandıkları noktaları benzer sorular için belirtmişlerdir. Ayrıca “imar”, “canlılar arası rekabet” ve “ata tohumu”nun ne olduğu ile ilgili sorular sordukları ve akvaryum içindeki deniz yıldızını görmekte zorlandıkları gibi dönüşler alınmıştır.

Uzman görüşü alma: BETBİB testinin uygunluğunu ve geçerliliğini sağlamak amacıyla fen eğitimi alanında uzman beş akademisyenden, yüksek lisans derecesine sahip aynı zamanda 5. sınıf derslerini yürüten iki fen bilimleri öğretmeninden ve edebiyat alanında yüksek lisans derecesine sahip bir dil uzmanından uzman görüşü alınmıştır.

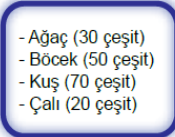

Uzmanlara her soru ile ilgili altına soru kaynağı, sorunun cevabı ve ölçmek istediği bilişsel alan becerisi ve alt beceri ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Ardından soruların anlaşılabilirliği, dil ve şekil uygunluğu, konu kapsamına, öğrenci seviyesine, becerilere uygunluğu ve görsel-metin uyumu ile ilgili değerlendirmeleri beklenmiştir. Ayrıca her soru ile ilgili düzenleme noktaları varsa önerileri talep edilmiştir. Örnek uzman değerlendirme formundan kesit Tablo 3.4’de sunulmuştur.

Tablo 3.4. *Uzman Görüşü Alma*

Soru Değerlendirme		3	2	1	Öneri-Düzeltilme Açıklama
Kazanım	Özellikler				
F.5.6.1.1	Soru kazanımlara uygundur. Soru ölçülen beceriye uygundur. Soru açık anlaşılırdır. Öğrenci seviyesine uygundur. Dil kurallarına uygundur. Görsellerle metin uyumludur.				

Bir bölgedeki tüm canlıların sayı ve çeşitçe zenginliğine biyoçeşitlilik denir.

Aşağıda verilen yaşam alanlarından hangisinde biyoçeşitlilik daha fazladır?

- A)  - Ağaç (30 çeşit)
- Böcek (50 çeşit)
- Kuş (70 çeşit)
- Çalı (20 çeşit)
- B)  - Ağaç (10 çeşit)
- Böcek (30 çeşit)
- Kuş (80 çeşit)
- Çalı (5 çeşit)
- C)  - Ağaç (50 çeşit)
- Böcek (50 çeşit)
- Kuş (70 çeşit)
- Çalı (90 çeşit)
- D)  - Ağaç (5 çeşit)
- Böcek (30 çeşit)
- Kuş (10 çeşit)
- Çalı (7 çeşit)

Açıklama: Soru, MEB kazanım testinden alınmıştır. Biyoçeşitliliğin tanımı konusuna ait bir TIMSS uygulama basamağı karşılaştırma becerisi sorusudur. Cevap C şıkkıdır. Öğrenciden tablolarda verilen canlı türlerini incelemeleri ve biyoçeşitlilik kavramına göre kıyaslama yapmalarını ve en çok sayıda canlı çeşidi bulunan tabloyu belirlemelerini istediği için karşılaştırma becerisini ölçen bir sorudur.

Uzmanlar tarafından düzenleme verilen sorular düzenlenerek sorular tekrar uzmanlara gönderilmiş değerlendirme yapılmıştır. Uzman bilgilerine yönelik ayrıntılar Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5. Uzman Bilgileri

Uzman Bilgileri				
	Uzmanlık Alanı	Derecesi	Cinsiyeti	Mesleki Deneyim
1	Fen Eğitimi	Prof. Dr.	Kadın	16 yıl
2	Fen Eğitimi	Doç. Dr.	Kadın	24 yıl
3	Fen Eğitimi	Dr. Öğretim Üyesi	Kadın	21 yıl
4	Fen Eğitimi	Dr.	Kadın	9 yıl
5	Fen Eğitimi	Dr. Öğretmen	Kadın	12 yıl
6	Fen Bilimleri Öğretmeni	Dr. Öğretmen	Kadın	15 yıl
7	Fen Bilimleri Öğretmeni	Öğretmen (Yüksek Lisans)	Kadın	9 yıl
8	Türk Dili Edebiyatı Öğretmeni	Öğretmen (Yüksek Lisans)	Erkek	22 yıl

Öğrenci dönütleri ve uzman görüşleri sonucunda BETBİB testinin güvenilirliğini sağlamak için çoktan seçmeli sorulardan oluşan bölüm BETBİB Testi-1, açık uçlu sorulardan oluşan bölüm BETBİB Testi-2 olmak üzere iki ayrı bölüm oluşturulmasına karar verilmiştir.

Pilot uygulamanın yapılması: Uygulamalar esnasında bir ders saati süresi (40 dk) yetmediği ve uzman görüşleri sonucu iki bölüme ayrılması önerisi sunulan testin çoktan seçmeli bölümü (BETBİB Testi-1) devlet okulu, özel okul ve BİLSEM öğrencilerinin yer aldığı 225 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. BETBİB Testi-1 için güvenilirliği olumsuz etkilenmemesi için 14 çoktan seçmeli soruya 20 dk. süre verilmiştir. Açık uçlu soruların yer aldığı BETBİB Testi-2 içinde devlet okulu, özel okul ve BİLSEM öğrencilerinin yer

aldığı 149 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. 8 ana 18 alt sorulu açık uçlu teste 40 dk. süre verilmiştir.

3.3.1.1.2. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testi (BETBİB) güvenilirlik ve geçerlik analizleri. BETBİB testinin güvenilirlik ve geçerliğini belirlemek amacıyla Lawshe analizi, madde analizi, KR-20, Cronbach alpha, puanlayıcılar arası güvenilirlik ve hipotez testi yapılmış ve sonuçları paylaşılmıştır.

Lawshe analizi: Ölçülmek istenen özellik ile ölçek maddeleri arasındaki ilişki, ölçme aracının geçerliliğiyle ilişkilidir. Ölçek maddesinin ölçülmesi amaçlanan özelliği kapsama (kapsam geçerliği) ya da maddenin ilgili yapısını yansıtmaya (yapı geçerliği) gücünü belirlemek amacıyla ön çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (McGartland ve diğ., 2003). Kapsam geçerlik oranları, Lawshe (1975) tarafından geliştirilmiştir. Lawshe tekniği, her bir maddenin değerlendirilmesi için en az 5 ve en fazla 40 uzman görüşüne ihtiyaç duyan bir metodolojidir. Her uzman, maddenin hedeflenen yapısını ölçtüğü, madde yapısı ile ilgili ancak gereksiz olduğu ya da madde hedeflenen yapının ölçülmediği şekilde derecelendirme yapmaktadır. Bu doğrultuda uzmanların herhangi bir maddeyle ilgili görüşleri toplanarak, kapsam geçerlik oranları hesaplanır (NG= Maddeye gerekli/uygun diyen uzman sayısı, N= Maddeye ilişkin görüş belirten toplam uzman sayısı).

$$“KGO = \frac{NG}{N} - 1”.$$

Kapsam Geçerlik Oranları (KGO) negatif veya sıfır olduğunda, bu maddeler ilk aşamada elemeye tabi tutulur. KGO değerleri pozitif olan maddeler için ise istatistiksel ölçütler kullanılarak anlamlılıkları test edilir. Elde edilen KGO'ların istatistiksel olarak anlamlılığını değerlendirmek için kapsam geçerlik ölçütleri kullanılır. Kapsam geçerlik ölçütleri için Veneziano ve Hooper (1997) tarafından belirlenen p=0,05 anlamlılık düzeyinde KGO değerlerinin minimum sınırları kabul edilir. Uzman sayısı ile ilgili minimum değerler aynı zamanda maddenin istatistiksel anlamlılığını belirlemede kullanılır (Veneziano ve Hooper, 1997). Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ), kalan maddelerin KGO değerlerinin ortalaması alınarak elde edilir ($\sum KGO =$ Kalan maddelerin kapsam geçerlilik oranları toplamı, MS = Kalan madde sayısı).

$$KGİ = \sum KGO / MS$$

Hesaplanan Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ) değeri, Kapsam Geçerlilik Ölçütü (KGÖ) tablo değeri ile karşılaştırılır. Eğer KGİ değeri, KGÖ değeri ile eşitse veya ona eşit ya da büyükse, anketin kalan maddelerinin kapsam geçerliliğinin istatistiksel olarak

anlamli olduğu (yüksək olduğu) ifade edilir. Lawshe Kapsam Geçerlilik Ölçütü (KGÖ)'ne göre, uzman sayısı "5" olan çalışmalarda $p=0,05$ anlamlılık düzeyinde en az değer 0.99 olarak kabul edilir (Lawshe, 1975). Beş fen eğitimi uzmanından gelen uzman görüşleri lawshe tekniği ile analiz edilmiştir. Çalışmada yöntemi açıklanan Lawshe tekniği kullanılarak yapılan kapsam geçerlilik analiz tabloları Ek 21'de verilmiştir. Ayrıca en az üç onay alıp düzenleme verilenler düzenlemeli uzmanlardan onay aldıktan sonra teste alınmıştır. Uzmanların onay vermediği (8), öğrencilerin anlamakta ve okumakta zorlandığı düzenlemesi zor sorular (2), bilimsel tartışmalı (1), benzerlik düzeyi yüksək (1) sorular testten çıkarılmıştır.

Dil Kuralları Uyumu kapsam geçerliliği değerlendirmesinde, beş uzman tarafından tam kabul görmüş, bir düzeltme önerisi olmamıştır. Diğer uyum değerlendirmelerinde, uzman görüşünden gelen düzenlemeler doğrultusunda çıkarılan maddeler M3, M5, M10, M15a, M15b, M16c, M18a, M18b, M18c ve 22c olarak belirlenmiştir. Yapılan değişiklikler tekrar uzman görüşüne sunulurken, pilot uygulama için hazırlanmıştır. Yapılan ön pilot uygulamadan sonra 24a, 24b maddeleri öğrencilerin seviyelerine göre çok zor geldiği için çıkarılarak, 6. soru görsel açısından daha net olması için Burdur Gölü'nün yıllara göre sınırını gösteren fotoğraf ile değiştirilmiştir.

Madde analizi sonrasında ise çoktan seçmeli testten 16a ve 21. sorular (madde analizindeki 12. ve 13. sorular), açık uçlu sorulardan ise 23c, 20b ve 22e (madde analizindeki 1c, 3b ve 4c soruları) sorular çalışmaya dahil edilmemiştir. Uzman görüşleri ve ön pilot uygulama sonucunda 14 çoktan seçmeli, 8 açık uçlu (18 alt sorulu) sorudan oluşan toplamda 32 soruluk karma akademik başarı testi oluşturulmuştur.

3.3.1.1.2.1. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-1 madde analizi. Güçlük indeksi, bir maddenin ölçme aracını alan cevaplayıcı için ne kadar zor veya kolay olduğunu gösterir ve maddenin hitap ettiği en iyi örtük özellik düzeyini yansıtarak ölçülür. Tipik olarak, güçlük indeksi değerinin 0.50 olması beklenir; ancak, ölçme aracındaki tüm maddelerin güçlük indekslerinin 0.50 olarak belirlenmesi tercih edilmez. Bu nedenle, ölçme aracına zor, kolay ve orta güçlükte maddeler eklemek daha uygun bir yaklaşımdır. Güçlük indeksi hesaplanabilmesi için alt ve üst gruplar belirlenmelidir. Bu yöntemde, ölçme aracından elde edilen toplam puanlar en yüksekten en düşüğe doğru sıralanır. Ardından, başarısı en yüksek ve en düşük olan cevaplayıcıların %27'si alınarak alt ve üst gruplar belirlenir (DeVellis, 2006; De Grutijter ve Van der Kamp, 2008; Allen, 2012; Tomak, 2013). Madde ayırt edicilik indeksi, bir maddenin içinde bulunduğu testle

arasındaki korelasyonu ifade eder (Tekin, 1977). Henryson yöntemi ile ayırt edicilik indeksi hesaplamaları, korelasyon katsayıları kullanılarak gerçekleştirilir (Baykul, 2000). İndeks değerine göre, maddenin güçlüğü ve ayırt ediciliği ile ilgili yorumlar, Tablo 3.6 ve 3.7 yardımıyla yapılabilir.

Tablo 3.6. *Madde Güçlük İndeksi ve Madde Ayırtedicilik Değerleri ve Yorumlamaları*

Madde Güçlük İndeksi	Maddenin Değerlendirilmesi	Madde ayırt ediciliği değeri	Yorum
0.29 ve altında	Zor	>0,35	Mükemmel
0.30-0.49	Orta güçlükte	0,20-0,35	Kabul edilebilir
0.50-0.69	Kolay	≤0,20	Zayıf
0.70-1	Çok kolay		

Tablo 3.7. *Çoktan Seçmeli Sorularda Madde Analizine Göre Maddelerin Güçlük ve Ayırtedicilik Değerleri*

Madde Analizine Göre Maddelerin Güçlük ve Ayırtedicilik Değerleri					
Soru No	Güçlük (p)	Ayırtedicilik (d)	Soru No	Güçlük (p)	Ayırtedicilik (d)
M1	0,77	0,45	M8	0,40	0,47
M2	0,73	0,50	M9	0,55	0,65
M3	0,58	0,61	M10	0,58	0,61
M4	0,52	0,58	M11	0,35	0,39
M5	0,83	0,31	M12	0,10	0,15
M6	0,53	0,58	M13	0,32	0,16
M7	0,53	0,71	M14	0,61	0,61

Tablo 3.7 incelendiğinde çoktan seçmeli üç soru çok kolay, yedi kolay, üç orta güçlükte ve bir zor soru bulunmaktadır. Soruların ayırt ediciliği değerlendirmesinde ise, 11 soru mükemmel, bir kabul edilebilir ve iki zayıf soru olduğu görülmektedir. Yapılan madde analizi sonucunda güçlük ve ayırtediciliği uygun olmayan M12 ve M13 soru havuzundan çıkarılmıştır.

3.3.1.1.2.2. *Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-1 KR 20 değerleri.*

Çoktan seçmeli sınavın madde geçerliği ve güvenilirliği, öğrencilerin başarı puanlarının dağılımına göre analiz edilmiştir. Standart sapma küçük olduğunda testin ortalama başarı puanından sapmaların az olduğunu ifade ederken, standart sapma büyük olduğunda ortalama başarı puanından sapmaların çok olduğunu göstermektedir. Çoktan seçmeli testlerde standart sapmanın büyüklüğü farklı başarı düzeyli öğrencilerin ayırt edilmesini

sağladığı için testin güvenilirliğinin yüksek olduğu anlamına gelir (Topal, Aybek, Büke, Kara ve Aybek, 2008). Test sorularının cevaplarının doğru-yanlış şeklinde kodlanabildiği sorularda KR-20 ile hesaplama yapılmalıdır (Tan, 2020). Her bir maddenin güçlük değerinin hesaplanabildiği testlerde KR-20 iç tutarlık katsayısı yorumu yapılabilir (Kan, 2009). KR-20 referans aralıkları Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. *KR-20 Referans Aralığı*

KR-20 değeri	Yorum
>0,90	Mükemmel güvenilirlik
0,80 – 0,90	Çok iyi
0,70- 0,80	İyi
0,60- 0,70	Değiştirilmesi gereken öğeler yer almaktadır
0,50- 0,60	Testin gözden geçirilmesi gerekmektedir.
≤0,50	Şüpheli güvenilirlik

KR-20 değeri 1’e yaklaştıkça güvenilirliği artmaktadır. KR-20 değerinin 0,70’den büyük bir değerde olması testin güvenilir olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2019). Çalışmanın KR-20 değeri 0,692 olarak belirlenmiş, iç tutarlığının yeterli olduğu görülmüştür. Çoktan seçmeli soruların KR-20 değerleri Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. *Çoktan Seçmeli Sorular KR-20 Değeri*

	N	Ortalama	Std. Sapma	KR-20
Çoktan seçmeli toplam puan	12	6,88	2,673	,692

3.3.1.1.2.2.3. *Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-2 madde analizi.*

Çalışmanın açık uçlu madde analizi sonuçlarına göre maddelerin güçlük ve ayırtedicilik değerleri Tablo 3.10’da verilmiştir.

Tablo 3.10. *Açık Uçlu Sorularda Madde Analizine Göre Maddelerin Güçlük ve Ayırtedicilik Değerleri*

Madde Analizine Göre Maddelerin Güçlük ve Ayırtedicilik Değerleri					
Soru No	Güçlük (<i>p</i>)	Ayırtedicilik (<i>d</i>)	Soru No	Güçlük (<i>p</i>)	Ayırtedicilik (<i>d</i>)
M1a	0,90	0,81	M4b	0,47	0,74
M1b	1,58	1,58	M4c	0,30	0,51
M1c	0,60	0,70	M5a	0,55	0,72
M2a	0,67	0,74	M5b	0,43	0,81
M2b	0,66	0,72	M6	2,10	0,91
M3a	0,71	0,72	M7a	0,35	0,51
M3b	0,47	0,42	M7b	1,00	1,81
M3c	0,80	0,77	M7c	0,17	0,30
M4a	0,40	0,60	M8	1,98	0,79

Tablo 3.10’da görüldüğü gibi açık uçlu yedi soru çok kolay, dört kolay, beş orta güçlükte ve bir zor soru bulunmaktadır. Soruların ayırt ediciliği değerlendirmesinde ise, 17 soru mükemmel, bir kabul edilebilir soru olduğu görülmektedir.

3.3.1.1.2.4. *Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-2 cronbach alpha değerleri.* Testin kodlama türünün 1-2-3 şeklinde olan maddelerin iç tutarlılık katsayısını belirleyebilmek için Cronbach alpha katsayısı kullanılmalıdır. Ölçekteki maddelerin homojen olup olmadığını belirlemeye yardımcı olur. Cronbach alpha katsayısı yüksek olan testlerde maddelerin diğer test maddeleri ile tutarlı ve aynı özelliği ölçtüğüne işaret etmektedir (Büyüköztürk, ve diğ., 2016; Yıldız ve Uzunsakal, 2018). Cronbach Alpha değer aralıkları ve yorumları, $0 < \text{Cronbach Alpha} < 0.40$, güvenilir değil; $0.40 < \text{Cronbach Alpha} < 0.60$, düşük güvenilirlikte; $0.60 < \text{Cronbach Alpha} < 0.80$, oldukça güvenilir; $0.80 < \text{Cronbach Alpha} < 1.00$ ise yüksek güvenilirlikte şeklinde belirtilmiştir (Yıldız ve Uzunsakal, 2018). Çalışmaya ait açık uçlu sorular için Cronbach Alpha değeri Tablo 3.11’de verilmiştir. Çalışmanın açık uçlu sorular için Cronbach Alpha değerinin 0,704 olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

Tablo 3.11. *Açık Uçlu Test İçin Cronbach Alpha Değeri*

	N	Ortalama	Std. Sapma	Cronbach Alpha
Açık uçlu toplam puan	15	12,73	5,248	,704

3.3.1.1.2.6. *Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-2 kappa analizi.* Kappa istatistiği, sınıflama düzeyinde puanlama yapan iki puanlayıcının bir takım nesneye, bireye, duruma verdikleri puanlar arasındaki uyum derecesinin tespit edilmesini sağlayan betimsel bir istatistiktir (Brennen ve Prediger, 1981). Kategorik değişkenler açısından uyumun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Puanlayıcılar arasında hesaplanan uyum derecesine işaret eden Kappa katsayısı -1 ile +1 arasında değişmekle birlikte, κ istatistiği değerlerinin yorumu için farklı değer aralıkları önerilmiştir (Fleis, 1971; Von Eye ve Mun, 2005). En yaygın kullanılan ve κ değerlerini yorumlamak için Landis ve Koch (1977) tarafından geliştirilen aralıklar Tablo 3.12’deki gibi ifade edilmiştir.

Tablo 3.12. *Kappa değeri referans aralıkları*

Kappa değeri	Yorum
0,81-1	Çok yüksek düzeyde uyum
0,61 – 0,80	Yüksek düzeyde uyum
0,41- 0,60	Orta düzeyde uyum
0,21- 0,40	Zayıf uyum
0,01- 0,20	Önemsiz düzeyde
≤ 0	Şansa bağlı olabilecek uyumdan daha kötü bir uyum

Çalışmaya ait açık uçlu kapa analiz sonuçları Tablo 3.13’de verilmiştir. Kapa analizi sonucunda açık uçlu sorularda uygun referans aralıklarında yer almayan M1c, M3b, M4c maddeleri soru havuzundan çıkarılmıştır.

Tablo 3.13. *Açık uçlu sorular için kapa analizi*

Havuz	Soru maddeleri	Kapa istatistiği değeri (k)	P
	M1a	0,458	0,002
	M1b	0,876	0,000
	M1c	0,299	0,033
	M2a	0,622	0,000
	M2b	,451	0,002
	M3a	0,416	0,000
	M3b	0,000	-
	M3c	0,618	0,000
	M4a	0,703	0,000
	M4b	0,619	0,000
	M4c	-0,042	,713
	M5a	0,766	0,000
	M5b	0,741	0,000
	M6	0,938	0,000
	M7a	0,837	0,000
	M7b	0,616	0,000
	M7c	0,734	0,000
	M8	0,944	0,000

3.3.1.1.2.7. *BETBİB testi-1 ve BETBİB testi-2 hipotez testi normallik analizi.*

Verilerin analizinde parametrik testlerin kullanılabilmesi için normal dağılım varsayımının geçerli olup olmadığını belirlemek önemlidir. Bu bağlamda, Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü (2010) tarafından öne sürülen parametrik test varsayımlarından biri, verilerin normal dağılım göstermesidir. Normal dağılımın bir göstergesi olarak, çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1 ve -1 aralığında olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Hair, Black, Babin, Anderson ve Tatham (2006) tarafından öne sürülen bir diğer kriter ise normal dağılımın testinde kullanılacak kritik değerlerdir. Bu kriterlere göre, normal dağılımın testi için +2.58 (0.01 anlamlılık düzeyi için) ve +1.96 (0.05 anlamlılık düzeyi için) arasında yer alan z istatistiği kritik değerleri referans alınabilir. Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü (2010) ayrıca çarpıklık katsayısının standart hatasına bölünmesi ile elde edilen z istatistiği değerinin $\alpha=0.05$ için 1.96'dan küçük çıkması durumunda dağılımın normalden aşırı sapma göstermediğini ifade etmektedir. Bu değerlendirmelerin yanı sıra, normal dağılımın test edilmesinde spesifik normallik testlerinin de kullanılacağı belirtilmektedir. Bu bağlamda, Kolmogorov-Smirnov testi, verilerin normal dağılıma ne kadar uygun olduğunu değerlendirmek için bir seçenek olarak tercih edilmiştir. BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi- 2 normallik testleri Tablo 3.14 ve Tablo 3.15’te verilmiştir.

Çalışma için açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulara dair yapılan normallik testi sonucunda, verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür.

Tablo 3.14. *BETBİB Testi-1 Normallik Testi*

	Kolmogorov-Smirnov (Basıklık)			Shapiro-Wilk (Çarpıklık)		
	İstatistik	Sd	P	İstatistik	Sd	p
Çoktan seçmeli sorular toplam	,122	90	,002	,942	90	,001

Tablo 3.15. *BETBİB Testi-2 Normallik Testi*

	Kolmogorov-Smirnov (Basıklık)			Shapiro-Wilk (Çarpıklık)		
	İstatistik	Sd	P	İstatistik	Sd	p
Açık uçlu sorular toplam	,085	90	,121	,973	90	,053

3.3.1.1.2.8. *BETBİB testi-1 ve BETBİB testi-2 bağımsız örneklem t testi.* BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi-2 testlerinin yapı geçerliliğini belirleyebilmek için; bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Uygulamada eğitim almış 45 kişilik özel okul grubu ile eğitim almamış 45 kişilik özel okul grubu değerlendirilmiştir. BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi-2 bağımsız örneklem t-testi değerleri Tablo 3.16 ve Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.16. *BETBİB Testi-1 t testi*

Okul	N	Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
G1	45	5,4889	1,93793	88		
G2	45	7,8889	1,95660		-5,846	0,000

Tablo 3.16’ya göre 45 kişilik eğitim almayan öğrenci grubunun(G1) puan ortalamaları yaklaşık ~5,49 iken 45 kişilik eğitim alan öğrenci grubunun(G2) puan ortalamaları yaklaşık ~7,9 olarak belirlenmiştir. Bu durumda çoktan seçmeli sorulardan oluşan BETBİB Testi-1 eğitim almayanlara göre eğitim alan gurubun puan ortalamalarının daha fazla olduğu ve *Sig.(2-tailed)* ,000 değerinde anlamlı çıktığı görülmektedir. BETBİB Testi-1 çoktan seçmeli testin yapı geçerliliğini sağladığını göstermektedir.

Tablo 3.17. *BETBİB Testi-2 t testi*

Okul	N	Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
G1	45	15,36	6,350	88	-2,616	0,011
G2	45	19,36	8,054			

Tablo 3.17'ye göre 45 kişilik eğitim almayan öğrenci grubunun (G1) puan ortalamaları yaklaşık ~15,4 iken 45 kişilik eğitim alan öğrenci grubunun (G2) puan ortalamaları yaklaşık ~19,4 olarak belirlenmiştir. Bu durumda açık uçlu sorulardan oluşan BETBİB Testi-2 eğitim almayanlara göre eğitim alan grubun puan ortalamalarının daha fazla olduğu ve *Sig. (2-tailed)* ,010 değerinde olduğu ,05'ten küçük olduğu için anlamlı çıktığı görülmektedir. BETBİB Testi-2 açık uçlu testin yapı geçerliliğini sağladığını göstermektedir. Bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre genel olarak eğitim alanlarla (G2) eğitim almayanlar (G1) arasında anlamlı farklılık belirlenmiştir. Bu durum testlerin yapı geçerliliğini sağladığını göstermektedir.

3.3.1.2. 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği. Atalay (2015) tarafından geliştirilen 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği, öğrencilerde 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinin gelişimi konusunda değerlendirme yapabilmek için kullanılmıştır. Ölçeğin kullanım izni alınmış olup Ek 4'te sunulmuştur. Ölçek, 39 maddeden oluşan üçlü likert tipi (Hiçbirzaman/Bazen/Her zaman şeklinde kodlamalı) yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme ve işbirliği ve iletişim alt kategorilerini içermektedir. Güvenilirlik analizleri sonucunda tüm ölçeğin Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı ,955 olarak hesaplanmıştır. Faktörler bazında Cronbach alpha katsayılarına bakıldığında Faktör 1 (Yaratıcılık ve Yenilenme) için ,958, Faktör 2 (Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme) için ,943 ve Faktör 3 (İletişim ve İşbirliği) için ,896 değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca ölçeğin madde-toplam korelasyonlarının ,381 ile ,954 arasında değiştiği dikkate alındığında ölçeğin maddeler bazında da tutarlı bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. İlgili ölçek Ek 11'de sunulmuştur.

3.3.1.3. Yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri. Öğrencilerde STEM eğitimi uygulamalarına bağlı eğitim öncesi ve sonrası yaratıcı problem çözme becerisinin gelişimini belirlemeyi amaçlayan (Lin, 2010) tarafından geliştirilen ve Bulut, İpek ve Aygün (2018) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri kullanım izinleri alınmıştır. Envanter izni Ek 5'te sunulmuştur. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri ıraksak düşünme, yakınsak düşünme, motivasyon, çevre ve genel bilgi ve beceri alt kategorilerini temsil eden 40 maddeli 5'li likert tipidir. Yakınsak düşünme faktörü, 40 maddelik modelde ,78, ıraksak düşünme faktörü ,79, motivasyon faktörü ,73, çevre faktörü ,88 ve genel bilgi beceri faktörü için Cronbach alpha değeri ,77 olarak bulunmuştur. Yaratıcı problem çözme envanteri Ek 12'de sunulmuştur.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

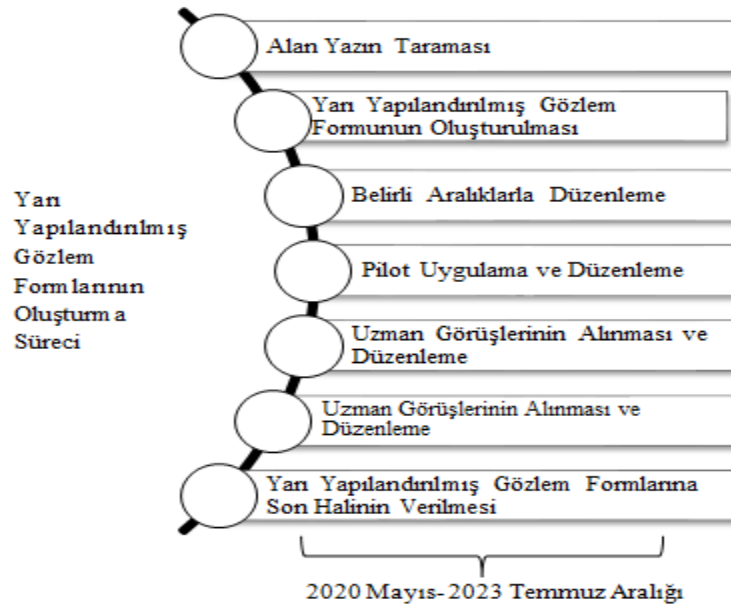
Veri toplama araçları olarak yarı yapılandırılmış gözlem, görüşme formları, ve biyoçeşitlilik konusu öğrenci fasikülleridir. Geliştirilen biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü aracılığıyla öğrencilerin süreç boyunca 21. yy becerileri, STEM okuryazarlığı yetenekleri açısından değerlendirebilmek için gözlem formları, öğrenci fasikülleri ve görüşmeler yapılmıştır. Aynı zamanda yarı yapılandırılmış görüşme formu soruları ile öğrencilere sürecin etkisi konusunda da bir portre çizilmeye çalışılmıştır.

3.3.2.1. Yarı yapılandırılmış gözlem formları. Çalışmanın nitel veri toplama araçlarından yarı yapılandırılmış gözlem formlarına yönelik bilgilendirme ve oluşturma süreci bu başlık altında verilmiştir.

STEM okuryazarlığı (SOY) yarı yapılandırılmış gözlem formu alan yazın taramasına dayalı olarak geliştirilmiştir (Chamrat ve diğ., 2019; Falloon ve diğ., 2020; Techakosit ve Nilsook, 2016; Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon ve diğ., 2021; Zollman, 2012). Wannapiroon ve diğerleri (2021) tarafından SOY yetenekleri olarak tanımlanan 6 yetenek ve alt davranışları kapsayan mühendislik tasarım sürecine uyumlu yarı yapılandırılmış STEM okuryazarlığı (SOY) gözlem formu oluşturulmuştur. Formların uygun olup olmadığı değerlendirilmesi ve önerileri için beş alan uzmanının görüşü alınmış bulunmaktadır. Son düzenlemeler ve onay sonrası sınıflarda uygulanmıştır. STEM okuryazarlığı (SOY) yarı yapılandırılmış gözlem formu Ek 13'de sunulmuştur.

Mühendislik tasarım süreci (MTS) yarı yapılandırılmış gözlem formu alan yazın taramasına dayalı olarak geliştirilmiştir (Cunningham, 2009; Hynes, 2011; Mashausseths, 2006; NASA, 2015; NRC, 2009; NRC, 2012; Wendel ve diğ., 2010). Pilot ders gözlemleri, ve uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenmiştir. Yarı yapılandırılmış form mühendislik tasarım süreci aşamaları ve her aşamaya ait davranışları içermektedir. Formların uygun olup olmadığı değerlendirilmesi ve önerileri için uzman görüşüne başvurulmuştur. Gözlem formu için toplamda beş uzman görüşü alınmış bulunmaktadır. Son düzenlemeler ve onay sonrası sınıflarda uygulanmıştır. Mühendislik tasarım süreci yarı yapılandırılmış gözlem formu Ek 14'de sunulmuştur.

3.3.2.1.1. Yarı yapılandırılmış gözlem formlarının oluşturma süreci. Gözlem formlarının oluşturma süreci Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Yarı yapılandırılmış gözlem formlarının oluşturma süreci.

Fen okuryazarlığı gibi öğrencilerde belirlenmesi için uzmanlık gerektiren okuryazarlıkların ölçülmesi tek başına akademik başarı testleri gibi test yöntemleri ile belirlemek yeterli değildir. O nedenle okuryazarlık becerilerini içeren ders etkinlikleri ile süreci zenginleştirmek ve farklı yöntemler uygulamak gerekmektedir (Ülger, 2021). Öğrencilerin okuryazarlık durumlarını belirleyebilmek için ders içi etkinliklerin yanında sınıf gözlemleri, öğretmen ve öğrenci görüşmeleri ile desteklemek gerektiği düşünülmektedir.

Çalışmada öğrencilerin SOY yeteneklerini gösterip göstermediğini belirleyebilmek için mühendislik tasarım sürecine uyumlu hale getirilmiş yarı yapılandırılmış bir gözlem formu oluşturulmuştur. Yarı yapılandırılmış gözlem formu oluşturulurken alan yazından yararlanılmıştır. Techakosit ve Nilsook (2016, 2018) yapmış oldukları çalışmalarda bahsedilen SOY unsurları ve yeteneklerini içermektedir. Form içinde her bir mühendislik tasarım süreci aşamasında gösterilmesi muhtemel SOY yetenekleri yerleştirilmiş olup öğrencilerin yetenekleri sergileyip sergilemediklerini içeren bir derecelendirme bölümü, kanıtlar bölümü ve yetenek dışında gözlemlenen durumlar için gözleme ek notlar bölümü yer almaktadır. Ayrıca yarı yapılandırılmış form içinde sınıf seviyesi, grup adı, tasarım numarası, tarih ve gözlem sürelerine yönelik bilgi edinmeyi sağlayan bölümler eklenmiştir. Uzman görüşleri alınmak üzere öneri bölümü eklenmiştir. Yarı yapılandırılmış gözlem formu yanısıra uzmanlara mühendislik tasarım süreci ve geliştirmesi muhtemel SOY yeteneklerinin örtüşme durumlarını ve açıklamalarını içeren iki form daha gönderilmiştir.

Formlarda uygun olup olmadığı değerlendirilmesi ve önerileri istenmiştir. Uzman grubu, fen eğitimi alanında Profesör (25 yıl), Doçent (13 yıl) ve Dr. Öğretim üyeleri (23 yıl) ünvanlarına sahip dört alan uzmanından oluşmaktadır.

Mühendislik tasarım süreci aşamalarının geliştirmesi muhtemel STEM yetenekleri konusunda genel olarak üç uzman uygun olduğunu belirtmişlerdir. Fakat uzmanlardan biri STEM’i kullanarak problem çözme yeteneğinin mühendislik tasarım sürecinin problemin belirlenmesi ve tanımlanması aşaması ile olası çözümlerin geliştirilmesi aşamalarında da yer almasının uygun olacağını belirtmiştir. Gerekli düzenleme yapılmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında grup içindeki öğrenci paylaşımları dikkate alınarak STEM ile ilgili bilgileri iletme yeteneği eklenmiştir. Çünkü SOY, STEM disiplinleriyle ilgili bilgi ve birikimlerin etkili bir şekilde paylaşılması ve algılanması olarak değerlendirildiğinde grup içindeki öğrenci paylaşımları da bilgi birikiminin iletilmesini içermektedir. Uzmanlarımızdan biri açıklamalı tabloda bu durumun net bir şekilde belirtilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Gelen dönüte göre mühendislik tasarım süreci, SOY açıklamalı uyum tablosunda (Ek 22) *“tasarım kriterleri ve sınırlamaları karşılama düzeyi, test etme yöntemlerine, süreçlerine, veri toplama ve kaydetme süreçlerine karar verme”* şeklinde ekleme yapılmıştır. Bir uzmanımız mühendislik tasarım sürecinin yeniden tasarlama aşamasında ihtiyaca göre SOY’un tanımlanan tüm yeteneklerini içine alması durumunda tasarım revizyonlarının hangi yetenekleri içereceğinin değişiklik göstermesi durumunda kararsız kaldığını belirtmiştir. Bu noktadaki kararsızlığı gidermek için ilgili aşamaya *“Revizyonun durumuna göre STEM okuryazarlığı yeteneklerinin hepsinin kullanılabileceği gibi sadece 1-2 yeteneğin de kullanılabileceği”* ek not olarak belirtilmiştir. Uzmanlardan gelen görüşlere göre açıklama tablosunda *“sınırlılık”, “sınırlama”; “düzenleme”, “revizyon”; “bilim”, “fen”* şeklinde düzenlemeler yapılmıştır. Genel itibariyle uyumlu ve başarılı bulunmuştur. Uzmanlardan gelen dönütler ışığında mühendislik tasarım süreci aşamalarında geliştirilmesi muhtemel SOY yetenekleri tablosunun uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenmesi sonucu son hali aşağıda verilmiştir. Uzman görüşleri ışığında mühendislik tasarım süreci ve SOY yeteneklerinin açıklamalı tabloları Ek 22’de sunulmuştur.

Tablo 3.18. *Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirmesi Muhtemel STEM Okuryazarlığı Yetenekleri*

Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirmesi Muhtemel STEM Okuryazarlığı Yetenekleri		
Aşama	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	STEM Okuryazarlığı Yetenekleri (Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon, Techakosit ve Nilsook, 2021)
1	Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği
2	Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
5	Prototipin Oluşturulması	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
7	Çözümlerin Sunulması	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği
8	Yeniden Tasarlanması	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği

*Yeniden tasarım aşamasında karar verilen düzenlemeye göre kullanılacak olan STEM okuryazarlığı yetenekleri değişkenlik gösterebilir.

Yarı yapılandırılmış gözlem formu ile ilgili uzman görüşleri: Formun başında yer alan gözlemle ilgili genel bilgileri veren bölümde gruptaki üye sayısının belirtilebileceği önerisinde bulunulmuştur. Gerekli düzenleme yapılmıştır. Yıldırım ve Şimşek'in (2016) belirttiği gibi gözlem formunda kodlama her zaman ihtiyaç değildir fakat gözlem formlarında kısa kodlamalara yer verilmesi gözlem sürecini kolaylaştıracaktır. Uzmanlardan biri dereceli (0, 1, 2) işaretleme yerine kısa kod oluşturmanın daha uygun olacağı belirtmiş olup gerekli düzenleme yapılmıştır. Başka bir uzman formun iki durumu aynı anda gözlemlemek yerine iki ayrı gözlem formuna dönüştürülmesini belirterek ve STEM yeteneklerinin ve mühendislik tasarım süreci aşamalarının alt davranışlara dönüştürülmesinin uygun olacağını belirtmiş olup gerekli değişiklikler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış gözlem formları sınıf seviyesi, grup adı, gruptaki üye sayısı, tasarım numarası, gözlem tarihi ve gözlem süresi ile ilgili bilgilerin yer aldığı bölüm, her bir aşama veya yetenek için alt davranışlara dönüştürülmüş ve kısa kodlar oluşturulmuş bölüm, gözlemle ilgili kanıtlar ve ek notlar içeren bölüm şeklinde dört bölümlü olarak düzenlenmiştir. Düzenlenen formlar fen eğitimi alanında uzman üç akademisyene tekrar gönderilmiştir. Uzman değerlendirme formlarında "U: Uygundur.", "KU: Kısmen Uygun.", "UD:

Uygun Değil” seçenekleri ve “Önerileriniz” kısmı eklenmiştir. Uzmanlar görüşleri sonucunda mühendislik tasarım süreci yarı yapılandırılmış gözlem formu ile ilgili gelen dönütleri toplu tabloları Ek 23’de verilmiştir.

Uzman görüşleri doğrultusunda gelen düzenlemeler dikkate alınmış ve gözlem formları bu boyutta düzenlenmiştir. Ayrıca uzmanlarımızdan biri yarı yapılandırılmış gözlem formu için “*araştırmacı rolünün katılımcı gözlemci şeklinde olmasının güvenilir ve geçerli gözlemler yapılabilmesi için kritik öneme sahip olacağı düşüncesindeyim.*” şeklinde fikirlerine ekleme yapmıştır. Bu yorum yapılan çalışmada araştırmacı rolünün katılımcı gözlemci olarak belirlenmesinin yerinde olduğunu göstermektedir.

Yarı yapılandırılmış gözlem formlarının uygulama süreci: Mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği STEM eğitimi uygulamaları sırasında araştırmacı ile birlikte bir uygulayıcı (fen bilimleri öğretmeni) daha uygulamalara katılmıştır. Uygulamalar sırasında dersler videoya alınmış ve fotoğraflama yapılmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından hazırlanmış gözlem formu üzerinde işaretleme ve gözleme ek notlar bölümüne notlar alınmıştır. Araştırmacı süreçte öğrencilerle aktif katıldığı için her uygulama sonunda notlar tekrar düzenlenmiş, diğer öğretmenin ders içi gözlemlerinden yararlanılmış ve eğitim sürecinin bitiminde araştırmacı videoların tamamını tekrar izleyerek gözlem formlarını tekrar düzenlemiştir.

Gözlem formu davranışları, araştırmacı uygulayıcı olması sebebiyle oluşturmuş olduğu kısaltmalar yanında grubun davranışı sergilediğine karşılık *Evet (E)*, davranışı kısmen sergilediyse *Kısmen Evet (KE)*, sergilemediyse *Hayır (H)* şeklinde işaretleme yapılmıştır. Davranış gözlemlenemediyse *Gözlemlenemedi (G)* şeklinde kodlanmıştır. Ayrıca her davranışın yanında araştırmacının uygulayıcı olmadığı ama katılımcı olduğu gözlemler için kısa kodlamalar oluşturulmuştur. Eğitim süreci toplam 20 hafta ders gözlemleri ortalama 70 saat sürmüştür.

Gözlem yapılan sınıflar üç katlı okulun 2. katında yer almaktadır. Sınıf kapasiteleri maximum 24 kişiliktir. Sınıf kapısı girişinin sol tarafında akıllı tahta, akıllı tahta üzerinde ATATÜRK fotoğrafı ve “Gençliğe Hitabe”, hemen akabinde pencere kenarında öğretmen masası ve sınıf dolabı yer almaktadır. Aynı şekilde kapı girişinin sağ tarafında askılıklar, sınıfın arka duvarında sınıf panoları yer almaktadır. Sınıf içi mavi renkli boyanmış ve pencerelerde aynı şekilde koyu mavi, güneş geçirmez perdeler yer almaktadır. Sınıf sıraları tahta malzemedan yapılmış, ikili ve klasik oturma düzenindedir. Fakat STEM uygulamaları sırasında sıraları ikili birleştirilerek sınıf, grup çalışmasına uygun hale getirilmiştir.

Eğitim uygulamaları sırasında araştırmacının katılımcı gözlemci olması, derslerin videoya alınması fotoğraflanması ve ek gözlem notlarının alınması gözlem verilerini desteklemiştir. Araştırmacının gözlem formlarını ders bitimi veya gün sonunda doldurması, ikinci bir fen bilimleri öğretmeni eşlik etmiş olup fotoğraflama, gözlemler konusunda sürece katkı sunması araştırmacının gözlemlenebilirliğini artırdığı düşünülmektedir.

3.3.2.2. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü etkinlik ve tasarım görevleri. MEB (2018a) fen bilimleri öğretim programı, MEB fen bilimleri ders kitapları, NGSS (2013), biyoçeşitlilik konusu etkinlik kitapları, çevre eğitimi uygulama kitapları, biyoçeşitlilik konusu kitapları ve yayınları dikkate alınarak öğrencilerde biyoçeşitlilik konusunda farkındalık oluşturmak, bilgi, beceri ve tutum geliştirmek için giriş etkinlikleri ve 3 tasarım görevinin yer aldığı biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü oluşturulmuştur. NGSS (2013) ve MEB, (2018a) kazanım beceri ayrıntılı tablosunu içeren bilgiler (Ek 26) Biyoçeşitlilik STEM Modülü İçeriği, NGSS, MEB, 21. yy. Becerileri, SOY eşleştirme tablosunda verilmiştir. Biyoçeşitlilik modülünde giriş etkinlikleri, tasarım görevi 1 (tohum kutusu), tasarım görevi 2 (kuş evi) ve tasarım görevi 3 (arı oteli) yer almaktadır.

Giriş etkinlikleri: Bir biyoçeşitlilik konusu hikaye, 14 etkinlikten oluşmaktadır. Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) yapmış oldukları çalışmadan uyarlanarak “Balık Avlama Oyunu Etkinliği” üretilmiştir. Bir diğer etkinlik ise Kuvaç ve Sarı (2018) yayınlamış oldukları “*E-STEM STEM öğretmenleri için çevre konularına yönelik ortaokul etkinlik kitabı*”ndan alınmış olup “Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar” etkinliğidir. Etkinliklerle ilgili kullanım ve uyarlama izinleri alınmıştır. Etkinlik izni Ek 6 ve Ek 7’de sunulmuştur. Geriye kalan 12 etkinlik MEB fen bilimleri kitapları, öğretim programı ve mühendislik tasarım süreci ışığında hazırlanmıştır.

Tasarım Görevi 1: Tohum kutusu oluşturma görevidir. Bitkilerin ve canlılığın dolayısıyla biyoçeşitliliğin devamlılığı için kilit noktada olan ata tohumları, ata tohumlarının korunması ve nesillere aktarılması bilincini kazandırmak üzere oluşturulmuştur. Öğrencilerin ata tohumlarının önemini insanlar, diğer canlılar, Dünya ve evren için önemini farketmeleri ve nesillerinin devamı için çözümler geliştirmeleri için ortam yaratılmıştır.

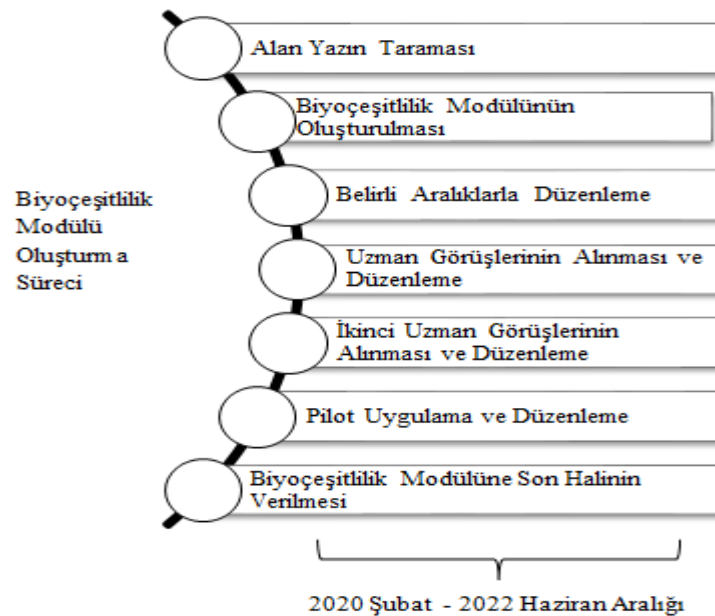
Tasarım Görevi 2: Kuş evi oluşturma görevidir. Omurgalılar şubesi kuşlar sınıfının en çok tohum taşıyıcıları olarak bilinen bazı kuş türlerinin farkına varma, koruma altında olanlar konusunda bilinçlenme ve çevremizde varolan nesli tehdit altında olan tohum

taşıyıcı kuşların (keklik, alakarga, karatavuk vb.) korunması ile ilgili çözümler sunmaları ve oluşturmaları için ortam yaratılmıştır.

Tasarım Görevi 3: Yaban arılarını koruma farkındalığı kazandırmak için arı oteli oluşturma tasarım görevidir. Bitkilerin tozlaşması ve nesillerinin devamında dolayısıyla tüm canlılığın neslinin devamlılığında kilit görevi gören arıların önemi, arıların korunması farkındalığı kazandırma, çözümler sunmaları ve çözüm oluşturmalarını sağlamak için ortam sunulmuştur.

Çalışmada STEM uygulamaları tasarım görevleri, mühendislik tasarım temelli öğrenmeye göre düzenlenmiştir. Mühendislik tasarım süreci takip edilmiştir. STEM uygulamaları kapsamında çalışmada beşinci sınıf düzeyinde bir biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü oluşturulmuştur. Tasarım görevlerinin başlangıcında öğrencilere ata(yerli) tohumları, kuşlar ve yaban arıları ile ilgili verilen eğitim 5E öğretim modeline göre düzenlenmiştir.

3.3.2.2.1. Biyoçeşitlilik STEM modülü etkinlik ve tasarım görevleri oluşturma süreci. Modülün amacı biyoçeşitlilik konusunda ortaokul öğrencilerine yönelik mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği STEM eğitimine uygun STEM uygulamaları oluşturmaktır. Biyoçeşitlilik modülü oluşturma süreci Şekil 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Biyoçeşitlilik modülü oluşturma süreci.

Biyoçeşitlilik konusu fen bilimleri, sağlık, çevre, ekonomi, matematik başta olmak üzere birçok disiplin alanı ve alt alanları ile bağlantılı, gerçek hayat problemlerini

içinde barındıran disiplinlerarası, sosyobilimsel bir konu özelliğine sahiptir. Biyoçeşitliliğin birçok disiplin alanının kesişim noktasında olması bütüncül ve çoklu sorunları ve çözümleri içinde barındırdığını söylemek mümkündür. Bu aynı zamanda bireylerin derinlemesine öğrenme, öğrenmeye karşı yüksek motivasyon ve farkındalık oluşturma fırsatı sunmaktadır. Öğrenme süreci içerisinde bireyleri bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin gelişmesini destekleyici olması itibarıyla biyoçeşitlilik konusunda üretilmiş STEM uygulamalarının sayısının ve çeşidinin artırılması önemli olduğu düşünülmektedir. Biyoçeşitlilik konusunda üretilmiş STEM uygulamaları öğrencilerde sosyobilimsel konularda farkındalık geliştirme, bütüncül bakış açısı, gerçek hayat problemlerinde çözüm bulma deneyimi, yüksek motivasyon, 21. yy. becerilerinin, SOY ve diğer okuryazarlıkların (çevre, fen, bilim, biyoçeşitlilik vb.) geliştirilmesi için mozaik bir oyun alanıdır. O nedenle bu konuda üretilmiş etkinlikler, uygulamalar 21. yy. bireysel, toplumsal eğitim hedeflerine ulaşılabilmesi için kilit görevi görmektedir.

Modül oluşturma süreci modül içeriği oluşturma, öğretim etkinlikleri oluşturma, düzenleme, süreç planlama ve değerlendirme çalışmaları (tasarlama süreci ve sonunda değerlendirme, uzman görüşleri ve pilot çalışmalar) şeklinde dört aşama halinde ele alınabilir.

Modül içeriği ve öğretim etkinlikleri oluşturma ve düzenleme aşamalarında alan yazın kaynakları, 5. Sınıf fen bilimleri ders kitabı, 5. sınıf etkinlik kaynakları ve 5. Sınıf fen bilimleri öğretim programı dikkate alınarak 5. sınıf fen bilimleri dersinin kazanımlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Eğitim süreci başı ve tasarım görevleri başında kullanılan ders planları 5E öğretim modeline göre düzenlenmiştir.

Tasarım görevlerinde mühendislik tasarım süreci takip edilmiştir. Eğitim uygulamalarında tasarım görevlerini oluştururken Bybee (2013) fen bilimleri alanının mühendislik, teknoloji ve matematiği kapsadığı model baz alınmıştır. STEM eğitimi gerçekleştirilmenin en etkili şekli disiplinlerin sınırlarının kaldırılarak birbirine entegre edildiği öğretim programlarındaki fen ve matematik derslerine diğer disiplinleri entegre ederek uygulamalar yapmaya çalışmaktır (Bozkurt Altan, 2017). Modül içi tasarım görevleri fen bilimleri dersinde yer alan biyoçeşitlilik konusunda ortaya konmuş problemler etrafında oluşturulmuş ve mühendislik tasarım süreci takip edilerek gerçek hayat problemlerine çözümler aramaya, tasarımlar oluşturmaya çalışılmıştır. Tasarım problemlerini çözme sürecinde teknoloji, mühendislik, matematik ve görsel sanatlar alanlarından destek alınmıştır.

STEM’de ölçme değerlendirme özetleyici ve biçimlendirici değerlendirme yöntemleri birarada uygulanmalıdır (Çil ve Çepni, 2017). Portfolyo, proje ve performans değerlendirme, günlük, gözlem, görüşme, kavram haritaları, rubrik, öz ve akran değerlendirme gibi alternatif (biçimlendirici) değerlendirme çeşitleri kullanılmalıdır. Öğrencilerin süreç boyunca çeşitli ölçme ve değerlendirme yöntemleriyle gelişimleri yorumlanmalıdır (Odabaşı, 2018; Yılmaz 2022). Değerlendirme aşaması süreç ve biçimlendirici değerlendirme kullanılmıştır. Süreç değerlendirmede her etkinlikle ilgili öğrenci cevaplarını inceleyip dönütler vererek, grup tartışmalarına katılarak, tasarım sürecinde problemi tanımlama, araştırma, olası çözümler, en iyi çözümü seçme, prototip oluşturma ve test edip değerlendirme basamaklarında grupları dolaşp dönütler vererek yapılmıştır. Biçimlendirici değerlendirme tasarım süreci sonunda maliyet hesaplama, akran değerlendirmeleri, tasarım değerlendirmeleri (Tasarımın enleri, kriterler açısından en iyi tasarımı seçme) ve öz değerlendirme (yansıtıcı) bölümleri ile uygulanmıştır.

Biyçeşitlilik modülü, modül başlangıcında ve her tasarım görevi öncesinde konuyla ilgili örnek bir senaryo ve bilgi metinleri ile başlatılmıştır. Eğitim uygulamaları örnek olay ve durumlarla başlatılabilir. Çünkü okuduğunu anlama, konuşma, yazma, dinleme gibi dil becerilerini kapsayan metinler bireylerin bütünsel olarak becerilerinin gelişmesini sağlar (Karademir, 2017). Öğrencilerin okunan metinlerle ilgili sorulan sorulara cevap vermeleri, tartışmaları, konuyla ilgili sorunları, ihtiyaçları belirlemeleri, araştırmalar ve planlamalar yapmaları, konuya yönelik çözümleri işbirliği içerisinde oluşturmaları etkili ve derin öğrenmeye ortam sunması beklenmektedir. Böylece öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, araştırma sorgulama, takım çalışması ve iletişimi artırmaya yönelik grup paylaşımını destekleyici olacağı düşünülmektedir. Senaryo ve metinler belirli aralıklarla uzman görüşlerine göre tekrar tekrar düzenlemiştir. Aynı zamanda Türk Dili Edebiyatı ve Fen Bilimleri öğretmenlerinden görüşler alınmıştır.

Senaryo sonrasında yer verilen sorgulama, araştırma tablolarının amacı senaryo ile bağlantılı olarak öğrencilerin konuya ait problemi, ihtiyaçları belirleyip tanımlamalarını, konu alanları bazında ihtiyaç ve hedef belirlemelerini ve araştırma yapmalarını sağlamaktır. Öğretim etkinlikleri ise öğrencilerin biyçeşitliliğin önemi, biyçeşitliliği etkileyen faktörleri, tehdit unsurlarını, nesli tükenme tehlikesi altındaki canlılar ve çözüm önerileri konularında farkındalık oluşturma, alan bilgilerini artırma ve anlamlandırmalarını sağlama amacıyla fen bilimleri öğretim programı, ders kitapları ve alan yazın ışığında oluşturulmuştur. Uzman, öğretmen ve öğrenci dönütleri dikkate alınarak düzenlemeler

yapılmıştır. Ayrıca belirli aralıklarla (iki-üç ay) tekrar tekrar düzenlemiştir. Modül devamında tasarım senaryo metin ve tasarım görevlerine bağlanmıştır.

Tasarım görevlerini öğrencilerin yerine getirebilmeleri için mühendislik tasarım temelli öğrenmenin mühendislik tasarım süreci takip edilmesi ve mühendislik tasarım sürecinde STEM eğitimiyle gerçek hayat problemini çözme amaçlanır. Bu süreçte fen bilimleri alanı araştırma-sorgulama, mühendislik alanı tasarım problemi ve süreci, matematik alanı matematiksel modelleme, sayısal değerleri yorumlama ile, teknoloji alanı ise teknolojik ürün üretme ve teknoloji okuryazarlığı ile katkı sunmaktadır (Bozkurt Altan, 2017). Modüldeki tasarım görevlerini hazırlarken fen bilimleri açısından araştırma-sorgulamaya, mühendislik açısından tasarım süreci ve tasarım oluşturmaya, matematik açısından konu ve tasarımla ilgili hesaplamalara, teknoloji alanında teknolojiyi etkin kullanmaya yer verilmiştir. Ayrıca diğer disiplin alanı olarak görsel sanatlar açısından da yapacak olduğumuz tasarımların estetik açıdan doğaya ve canlıların yaşadıkları ortama uyumu ve kamuflajı dikkate alınmış, estetiğe odaklanmaya çalışılmıştır. Uzman, öğretmen ve öğrenci dönütleri dikkate alınarak düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca belirli aralıklarla (iki-üç ay) tekrar tekrar düzenlemiştir.

MEB'e (2018a) göre mühendislik ve tasarım becerileri ve girişimcilik bölümleri STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesini sağlayarak öğrencilerin problemlere bütüncül bakış açısıyla yaklaşmalarını, bilgi, beceri ve deneyimlerini kullanarak çözümler ve inovasyon içeren ürünler üretmelerini amaçlamaktadır. Problemler insan ihtiyaçlarından ortaya çıkan, dünyaya ait genelde yakın çevre durumlarıdır. O nedenle problemlerin birey eğitimi için öğretim programına işlenmesi gerekmektedir (Sungur Gül, 2020). Yakın çevre durum ve olayları ile etkinliklere başlamak öğrenci-çevre, çevre-konu alanı arasında bağ kurmasını kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bireylerin bilimsel süreç becerileri, matematik ve teknoloji becerileri gibi sayısal becerilerin yanında onları hayata hazırlayan yaratıcılık, iletişim, işbirliği, karar verme, girişimcilik gibi gerçek hayatlarında kullanabilecekleri becerileri geliştirebilecek (Karademir, 2017) etkinliklere yer verilmelidir. Böylece öğretim programları yakın çevre, günlük hayatla ilişkilendirilmiş öğrencilerin hayata hazırlanması ve hayatın bir simülasyonu olarak deneyimler yaşayabilmesi açısından önem arz etmektedir. Bütünleşik öğretim programı ve uygulamaları ülkemizde fen bilimleri öğretim programında esnek olmayan ve merkezi tutumundan dolayı uygulanması zor olsa da (Çorlu, 2017) uygulama örneklerinin artması programda yer alan fen ve mühendislik uygulamaları bölümlerini işlerken öğretmenlerin uygulayabilmelerini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bu açıdan biyoçeşitlilik konusu ile

hazırlanmış tasarım örnekleri öğretmenlerin etkinlik havuzunu destekleyeceği düşünülmektedir.

Giriş etkinlikleri ve üç tasarım görevi olmak üzere dört ana bölümden oluşan modül içerisinde senaryo metnine yönelik sorgulama tablosu, problemi ve ihtiyacı tanımlama tablosu, problemi ve ihtiyaçları araştırma tablosu, biyoçeşitlilik konusu bilgilerinin pekişmesine yönelik uygulama tabloları, örnek hikaye ve sorgulama tablosu ve mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü bir STEM uygulamasının sorgulama, hayal etme, çözüm üretme, çözüm sunma, değerlendirme süreçlerini kapsayan etkinliklerden oluşmaktadır. Tasarım görevleri; senaryo ile başlamaktadır. Devamında senaryo metnine yönelik sorgulama tablosu, problemi ve ihtiyacı tanımlama tablosu, problemi ve ihtiyaçları araştırma tablosu, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, prototip oluşturma, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi, çözümlerin tasarlanması ve çözümlerin sunulması aşamalarından oluşmaktadır. Modülün uzman görüşleri ve pilot uygulamalar öncesi ve sonrası düzenlemelerle toplam en az beş revizyon süreci geçirmesi uygulanabilirliği konusunda işlevselliğini artırdığı düşünülmektedir.

Oluşturulan modül beş fen eğitimi alan uzmanına görüşleri alınmak üzere sunulmuştur. Ayrıca genel değerlendirme için 5. sınıf seviyesine ders veren bir fen bilimleri öğretmeninden ve Türk dili edebiyatı alan uzmanlığına sahip bir Türkçe öğretmeninden fikir ve düzenleme alınmıştır. Uzmanların uzmanlık alanları, öğrenim dereceleri, cinsiyet ve mesleki deneyimleri Tablo 3.19'da verilmiştir.

Tablo 3.19. *Uzman Bilgileri Tablosu*

Uzman Bilgileri				
Uzman No	Uzmanlık Alanı	Derecesi	Cinsiyeti	Mesleki Deneyim
1	Fen Eğitimi	Doç. Dr.	Kadın	23 yıl
2	Fen Eğitimi	Dr. Öğretim Üyesi	Kadın	23 yıl
3	Fen Eğitimi	Dr. Öğretim Üyesi	Kadın	21 yıl
4	Fen Eğitimi	Arş. Gör. Dr.	Kadın	11 yıl
5	Fen Eğitimi	Dr. (Öğretmen)	Erkek	29 yıl
6	Fen Eğitimi	Yüksek Lisans (Öğretmen)	Kadın	9 yıl
7	Türk Dili Edebiyatı	Yüksek Lisans (Öğretmen)	Erkek	22 yıl

Modül uzman değerlendirme dosyasında her bir tasarım görevi ve giriş etkinlikleri dosyası ile ilgili bölümler, her bölümdeki her bir aşama ile ilgili açıklamalı beceri etkinlik tablosu ve değerlendirme rubriği yer almaktadır. Uzmanlardan modül parçalarında yer alan etkinlikleri konuya, sınıf seviyesine, amaca ve anlaşılabilirliğine uygunluğuna göre genel bilgiler kısmında değerlendirmeleri istenmiştir. Devamında SOY yetenekleri, 21. yy.

öğrenme ve yenilenme becerileri, mühendislik tasarım süreci ve yaratıcı problem çözme becerisini teşvik ediciliği kriterleri açısından değerlendirmeleri beklenmiştir. Her bir değerlendirmede giriş-senaryo (metin, hikaye), etkinlikler ve sorulan sorular açısından kriterleri değerlendirmeleri beklenmiştir. Uzmanlar, Modül Uzman Değerlendirme Rubriği ve Modül Beceri Etkinlik Değerlendirme Tablosu üzerinden değerlendirmelerde bulunmuştur.

Uzman görüşlerinin Modül Uzman Değerlendirme Rubriği üzerinden değerlendirmeleri Lawshe tekniği ile analiz edilmiştir. Lawshe tekniği, ölçülmek istenen özellik ve durumların uygunluğu ilgili bir tekniktir. Amaçlanan özellik açısından bölümün ilgili yapıyı yansıtıp yansıtmadığı ile ilgili fikir verir (McGartland ve diğ., 2003). Çalışmaya ait biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü Lawshe tekniğine göre yapı geçerliliği sağlama verileri Ek 25’de verilmiştir.

Uzmanlar SOY yetenekleri, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri, mühendislik tasarım süreci ve yaratıcı problem çözme becerisini teşvik ediciliği açısından modülü uygun görmüşlerdir. KGO değeri 1 olarak bulunmuştur. Uzmanlar arasında genel olarak uyum olduğu tespit edilmiştir. Fakat tasarım görevleri öncesi ek uygulamalar, ek bilgilendirmeler ve bazı soruların ifadesi gibi modül içi bazı noktalarla ilgili düzenlemeleri uygun görmüşlerdir. Uzmanlardan alınan düzenlemeler doğrultusunda biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülünde düzenlemeler yapılmıştır.

Pilot uygulama Aydın ili 45 özel okul beşinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Her bir modül bölümü 15’er kişilik, üç öğrenci grubuna uygulanmış, uygulama haftalık dört ders saati olmak üzere dört hafta sürmüştür. Her bir bölüm için öngörülen 15-16 saatlik planlama uygun olduğu görülmüştür. Süreç boyunca öğrencilerden gelen dönütler ve araştırmacı deneyimleri not alınmış, düzenleme noktaları belirlenmiştir. Anlaşılmakta zorlanılan bölümleri açıklamalar sırasında öğrencinin en iyi, kolay anladığı açıklama cümleleri belirlenmiş veya öğrencinin ifade ediş cümlelerine göre düzenlemeler yapılmıştır. Beş alan uzmanının modül düzenlemeleri ve pilot uygulama sırasında araştırmacının aldığı notlara göre uygulanmış düzenlemeler aşağıdaki gibidir.

Giriş etkinlikleri ile ilgili düzenlemeler: İlk sekiz etkinlikte öğrencilere çok fazla soru sorulduğu, soru sayısı veya etkinlik sayısının azaltılabileceği (2), öğrencilerin sıkılmaması için ek çözümler bulunabileceği (1), yerine daha fazla bilgilendirmeye yer verilebileceği (1) yorumları yapılmıştır. Bu değerlendirmelerden yola çıkarak mühendislik ve türleri ile ilgili sorgulama araştırma tablosu azaltılmıştır. Tasarım görevleri ile ilgili mühendislik türleri ve çalışma alanları her tasarım görevi başında senaryodan sonra

bilgilendirme metni olarak verilmiştir. Öğrencilerin çevresindeki canlıları farketmesine yönelik gezi gözlem aktivitesi kaldırılmıştır. Zaman planlaması gözden geçirilmiştir.

Konu alanlarına yönelik araştırma bölümünde “Araştırma nasıl yapılır? Poster hazırlamak için neleri bilmeliyiz?” soruları “Bir konuda bilgi toplamak için araştırma nasıl yapılır?” ve “Etkili bir posterde nelere yer verilmelidir?” (1) şeklinde düzenlenmiştir.

Etkinlik 8’de biyoçeşitlilikle ilgili fotoğrafların ve öğrencilerin yorum yapmalarının beklendiği soruda “A, B, C, fotoğraflarının gerçekleşmesine sebep olan durum” yerine “A, B, C fotoğraflarında gösterilen durum ve olayların gerçekleşmesine sebep olan durumlar neler olabilir?” şeklindeki yoruma (1) göre düzenlenmiştir.

Etkinlik 9’da yer alan “omurgalı tozlayıcı” kavramının seviye üstü olabileceği çıkarılması gerektiği yorumu yapılmış, kavram metinden çıkarılmıştır.

Etkinlik 10’da “Nesli tükenme tehlikesi altında olan başka canlılar var mı?” sorusundaki “başka” ifadesi öğrencileri direkt cevaba yönlendirdiği için çıkarılması gerektiği yorumu alınmış olup “Canlıların nesli tükenebilir mi? Cevabınız evetse; hangi canlılar olabilir örnek veriniz.” şeklinde düzenlenmiştir.

Uzmanlarımızın da genel olarak belirttiği gibi pilot uygulamalar sırasında çok fazla etkinlik ve sorgulama tablolarının yer alması öğrencilerin bir an önce tasarım görevlerine geçmek için sabırsızlandıkları ile ilgili dönütler alınmıştır. Anlamakta zorlandıkları etkinlik tablolarındaki sorular ise pilot uygulama sırasında öğrencilere açıklarken kolay anlamalarına yardımcı olan cümleler soru kökünde ve açıklamalarında değiştirilmiştir. Örneğin; “Metinde biyoçeşitlilikle ilgili hangi bilgilere yer verilmiştir. Bu bilgiye hangi cümleden ulaştınız?” sorusu “Metinde biyoçeşitlilikle ilgili hangi konulardan bahsedilmiştir”. “Bu bilgiye metnin hangi bölümünden ulaştınız? (Örn. 2. Sayfa 5. Paragraf gibi)” şeklinde düzenlenmiştir. Bu düzenleme aynı zamanda öğrencilerin soruyu kolaylaştırmasını sağlamıştır.

“Sizden beklenen görev ile ilgili kriterleriniz nelerdir?”, “Görevle ilgili sınırlandırmalarınız nelerdir?” soruları “Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili istenilen özellikler nelerdir?”, “Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili sizi engelleyen sınırlamalar nelerdir?” şeklinde düzenlenmiştir.

İhtiyaçların tanımlanması aşamasında “Konuyla ilgili hangi bilgileri öğrenmeye ihtiyaç duymaktasınız?” sorusu “Siz bir mühendis olarak probleme yönelik çözümler, tasarımlar sunabilmek için aşağıdaki alanlarda neleri öğrenmeye ihtiyaç duyardınız?” şeklinde düzenlenmiştir.

Hedeflerin tanımlanması aşamasında “*Tasarım süreci sonunda hangi bilgileri öğrenmiş olmak istersiniz?*” sorusu “*Çözüm veya tasarım süreci sonunda aşağıdaki alanlar açısından neleri öğrenmiş olmayı beklerdiniz?*” şeklinde değiştirilmiştir.

Araştırma bölümünde her araştırma sorusunun açıklamasının yanına “*Açıklamanızın tasarımınıza katkısı ne olur?*” sorusu sorularak öğrencilerin açıklama yapmaları beklenmiştir. Pilot uygulama sırasında ise “*Tasarımınızın hangi kısımlarında bu bilgiyi kullanabilirsiniz?*” şeklinde soru değiştirilmiştir.

Etkinlik 10’da “*Yukarıdaki canlılardan hangilerini daha önce gördünüz?*” sorusu “*Yukarıdaki canlılardan hangileri Dünya’da yaşamını sürdürmektedir?*” şeklinde düzenlenmiştir. (*Bu noktaya kadar not edilenler tüm tasarım görevlerinde ortak dönütlerdir.*)

Pilot uygulamalar sırasında tasarım görevlerine başlamadan önce STEM eğitimi, mühendislik, mühendislik tasarım süreci ile ilgili takip edilecek ve dikkat edilecek hususlar konusunda öğrenci seviyesine uygun sunum yapılmasının önemli olduğu farkedildiği için sunum hazırlanmıştır.

Görsel sanatlar alanı etkinliklerden çıkarılmıştı fakat pilot uygulamalar sırasında hem tasarımların bütüncül değerlendirilmesi için hem de öğrencilerin etkinliklere olan motivasyonunu artırmak açısından önemli olduğu gözlemlendiği için görsel sanatlar disiplin alanı sorgulama ve araştırma tabloları etkinlikleri devam ettirilmeye karar verilmiştir.

Tohum kutusu tasarım görevi ile ilgili düzenlemeler: Bir uzmanımız tarafından ek olarak tasarım görevi başlangıcında tohum, özellikleri, tohum-meyve döngüsü, ata tohumları, genetiği değiştirilmiş tohumlar ve hibrit tohumlar gibi konularda ile ilgili bilgilendirme maksatlı bir ders planı veya sunum oluşturulması (1) gerektiği belirtilmiştir. Buna bağlı olarak her tasarım görevi için sürece başlamadan önce 5E öğretim modeline göre düzenlenmiş sunumla desteklenmiş 2 ders saatlik planlamalar yapılmıştır.

Konu ile ilgili temel bilgi veya meslek gruplarının tasarım senaryosu sonrasında, tasarım görevine başlamadan önce kısaca bilgilendirme bölümüne yer verilmesinin uygun olacağı (1) belirtilmiş, organik tarım, ekolojik tarım gibi ek kavram bilgisi ve ziraat mühendisleri hakkında bilgilendirme eklenmiştir.

Ata tohumlarıyla ilgili senaryo kısmında “*hayıflanma*” kelimesini öğrencilerin anlamını bilmeyebileceği (1) dönütü verilmiştir. “*Hayıflanma*” kelimesi yerine “*yakınma*” kelimesi kullanılmıştır.

Kriter ve sınırlamalar başlangıçta senaryo içerisine yayılarak okuma sırasında grupların bulması hedeflenmiştir. Yaş seviyesi itibariyle kriter ve sınırlamaların direk verilebileceği (1) belirtildiği için bu konuda düzenleme yapılmıştır.

NASA'ya (2015) göre sekiz basamaklı olan mühendislik tasarım sürecinin kullanılması beşinci sınıf öğrencileri için uzun gelebileceği (1) belirtilmiştir. Pilot uygulamalar sırasında bu konuda öğrenciler açısından bir sıkıntı yaşanmadığı gözlemlendiği için aynı süreç basamakları kullanılmıştır. Sadece öğrencilerde uygulamalar sırasında gözlemlenen, etkinliklerdeki özellikle sorgulama bölümlerinde düşünme ve not etme konusunda çok istekli olmadıkları gözlemlenmiştir.

Problemin ve ihtiyaçların araştırılması bölümünde ata tohumlarının önemi ve yararları ile ilgili iki ayrı soru olması aynı cevaba ulaştırabileceği için sorulardan birinin çıkarılabileceği (1) yönünde dönüt alınmış ve gerekli düzenleme yapılmıştır. Öğrenciler sorgulama araştırma bölümlerini uzun ve zor olarak yorumladıkları için uzman görüşleri ışığında kısaltmalar yapılmıştır. Kriterlerde yer alan bir kilogramdan hafif olma kriterinin sebebinin senaryoda açıklanması gerektiği (1) belirtilmiştir. Senaryoda kolay taşınabilmesi için şekilde ekleme yapılmıştır.

Teknoloji bölümünde teknolojik aletlerin kullanımıyla ilgili sorularda öğrencilerin sorulara yanıt olarak yazmak yerine araştırarak öğrenmeleri beklendiği belirtilmesi gerektiği (1) dönütü uygulanmıştır. Pilot uygulamalar sırasında ev araştırmaları şeklinde öğrencilere sorumluluk vererek araştırma sürelerini genişletmenin öğrencilerin öğrenmeleri açısından derinleşmelerini sağlayacağı farkedilerek uygulama sırasında dikkat edilmesine karar verilmiştir. Pilot uygulama ile tohum kutusu tasarım görevi malzeme listeleri kesinleştirilmiştir. Pilot uygulamalar sırasında diğer gruplara göre en güzel ve farklı tasarımı yapmak istedikleri için “*Evden malzeme getirebilir miyiz?*” soruları karşısında (özellikle estetik için), ihtiyaç fazlası ve artmış ürünlerse sınırlı bir şekilde olabileceği dönütü verilmiştir. Modül uygulamaları için bu bölüm uygulama süreci notlarına alınmıştır.

Kuşevi tasarım görevi ile ilgili düzenlemeler: Bir uzmanımız tarafından tasarım görevi başlangıcında kuşlar, özellikleri, nesli tükenme tehlikesi altında olan kuşlar, tohum yayan kuşlar, yakın çevre kuşları ve özellikleri ile ilgili bilgilendirme maksatlı bir ders planı veya sunum oluşturulması (1) gerektiği belirtmiştir. Tasarım görevi başında 5E öğretim modeline göre düzenlenmiş sunumla desteklenmiş 2 ders saatlik planlama oluşturulmuştur. Uzmanlarımızın biri “*Kuş türlerinin özelliklerine göre yuva özellikleri*

değişim göstereceği için keklik kuşu gibi kuşların ayrıntılı tanıtımı yapılmalıdır.” (1) dönütü alınmış ve hedeflenen kuş türleri özellikleri ile ilgili sunuma eklemeler yapılmıştır.

Bilgilendirme bölümlerinin senaryo sonrasında, tasarım görevine başlamadan önce kısaca yer verilmesinin uygun olacağı (1) belirtildi. *Ornitoloji, ornitolog* gibi kavram açıklamaları eklenmiştir.

Teknoloji bölümünde teknolojik aletlerin kullanımıyla ilgili sorularda öğrencilerin sorulara yanıt olarak yazmak yerine araştırarak öğrenmeleri beklendiği belirtilmesi gerektiği (1) dönütü uygulanmıştır.

Öğrenci dönütlerinden disiplin alanları ile ilgili soruların azaltılabileceği belirtilmiş, düzenleme yapılmıştır.

Pilot uygulamalar sırasında ev araştırmaları şeklinde öğrencilere sorumluluk vererek araştırma sürelerini genişletmenin öğrencilerin öğrenmeleri açısından daha derinleşmelerini sağlayacağı farkedilerek uygulama sırasında dikkate edilmesine karar verilmiştir. Pilot uygulama ile kuşevi tasarım görevi malzeme listeleri kesinleştirilmiştir. Grupların atık, fazla olan tasarımına eklemek istedikleri malzemeleri evden getirebilecekleri ama sınırı aşmamaları gerektiği uyarısı yapılmasına karar verilmiştir.

Arı oteli tasarım görevi ile ilgili düzenlemeler: Bilgilendirme bölümlerinin senaryo sonrasında, tasarım görevine başlamadan önce kısaca yer verilmesinin uygun olacağı (1) belirtilmiştir. Böcek bilimi ve arılar konusunda kısa bilgi ekleme yapılmıştır.

Tasarım görevi başlangıcında arılar, özellikleri, nesli tükenme tehlikesi altında olan yabani arılar, tozlaşma ve arılar ile ilgili bilgilendirme maksatlı bir ders planı veya sunum oluşturulması (1) gerektiği belirtilmiştir. Tasarım görevi başlangıcında 5E öğretim modeline göre düzenlenmiş sunumla desteklenmiş 2 ders saatlik planlama yapılmıştır.

Pilot uygulamalar sırasında ev araştırmaları şeklinde öğrencilere sorumluluk vererek araştırma sürelerini genişletmenin öğrencilerin öğrenmeleri açısından daha derinleşmelerini sağlayacağı farkedilerek uygulama sırasında dikkat edilmesine karar verildi. Pilot uygulama ile arı oteli tasarım görevi malzeme listeleri kesinleştirilmiştir.

Öğrencilerden soruların çok olduğu, uzun ve zor olduğu ile ilgili dönütler alınmış olup gerekli kısaltmalar yapılmıştır, ara bilgilendirmelere yer verilmiştir. Her bir bölümün sonunda tasarımın ürün ve etkinlik kağıtları birincisine ödül düzenlemesi getirilmiştir.

Tasarım görevleri başlamadan önce konuyla ilgili ders planlaması ya da sunum yapılabileceği görüşü sunan uzmana ek düzenleme yapılarak ders planı ve sunumlar gönderilmiş, uygun olduğu dönütü alındıktan sonra uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Pilot uygulamalar sırasında tüm bölümler için öngörülen zamanlama, uygulama sırasında geçen zaman düzenlemeleri düzenlenmiştir.

Öğrencilerin biyoçeşitliliğin önemi, azalması, tehdit unsurları, çözüm önerileri ve çözüm oluşturmaları konularında derinlemesine bilgi, beceri, duyuş ve anlayış geliştirmelerini destekleyici, fen bilimleri öğretim programı, ders kitapları ve alan yazın kaynakları ışığında bir STEM uygulamaları modülü oluşturulduğu düşünülmektedir. “Giriş Etkinlikleri”, “Tasarım Görevi 1”, “Tasarım Görevi 2” ve “Tasarım Görevi 3” olmak üzere 4 bölümden oluşan biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülün her bir bölümü 16 saat eğitim programını kapsamaktadır. Toplamda yaklaşık 72 saatlik (ortalama 70 saat) eğitim planlaması oluşturulmuştur.

3.3.2.2.2. Biyoçeşitlilik modülü uygulama süreci. İlk olarak öğrencilere eğitimin amacı, önemi, süreci ve sonucunda elde edecekleri kazanımlar konusunda bilgilendirme toplantısı yapılmıştır. Gönüllülük esas olduğu belirtilerek toplantı sonunda tüm öğrencilere veli onam formları dağıtılmış katılmak isteyen öğrencilerden veli izinleri doldurulmuş olarak geri alınmıştır. Okulun 5. sınıfa devam eden 34 öğrenciden 8 öğrenci istemediği için, 2 öğrenci özel durumlu öğrenci olduğu için 4 öğrenci de eğitime katılmayı çok istemelerine rağmen ulaşım sorunundan dolayı katılamamışlardır. Katılmak istediğini belirten 20 öğrenciye sürece yönelik oluşturulan eğitim programı öğrencilere dağıtılmıştır. Velilerle hızlı iletişim için whatsapp grubu kurulmuştur. Öğrencilerden biri 4-5 hafta devam etmiş fakat sonrasında devam etmek istemediğini belirterek ayrılmıştır. Eğitim süreci 19 öğrenci ile devam edilmiştir. Öğrencilere verilen program Tablo 3.20’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 20. *Biyoçeşitlilik STEM Modülü Eğitim Programı*

Tarih	Gün	Saat Aralığı	Eğitim Kapsamı
Giriş Etkinlikleri			
17.12.2022	Cumartesi	09.30-12.40	Tanışma Etkinlikleri/Biyoçeşitlilik Konusu Bilgilendirme
24.12.2022	Cumartesi	09.30-12.40	Biyoçeşitlilik Konusu Bilgilendirme/ Mühendislik Tasarım Süreci Yönetme Eğitimi
07.01.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Giriş Etkinlikleri
14.01.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Araştırma Süreci
21.01.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Biyoçeşitlilik Etkinlikleri
21.01-05.02.2023	Sömestr Tatili		
Tasarım Görevi 1			
11.02.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 1 Başlangıç Çalışmaları
18.02.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 1 Araştırma Süreci
25.02.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 1 Oluşturma Süreci

(Devamı arkadadır)

Tablo 3. 20.(devamı) *Biyoeçitlilik STEM Modülü Eğitim Programı*

Tarih	Gün	Saat Aralığı	Eğitim Kapsamı
Tasarım Görevi 1			
04.03.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 1 Oluşturma Süreci
11.03.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 1 Değerlendirme
Tasarım Görevi 2			
18.03.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 2 Başlangıç Çalışmaları
25.03.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 2 Araştırma Süreci
01.04.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 2 Oluşturma Süreci
08.04.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 2 Oluşturma Süreci
15.04.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 2 Değerlendirme
15-24.04.2023	Ara Tatil		
Tasarım Görevi 3			
29.04.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 3 Başlangıç Çalışmaları
06.05.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 3 Araştırma Süreci
13.05.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 3 Oluşturma Süreci
20.05.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 3 Oluşturma Süreci
27.05.2023	Cumartesi	09.30-12.40	Tasarım Görevi 3 Değerlendirme

Eğitimin ilk haftasında Tabla 3.20’de belirtildiği üzere tanışma etkinlikleri yapılmıştır. Eğitimin amacı, önemi, süreci, kazançları tekrar hatırlatılmıştır. Öğrenciler biyoçeşitlilik konusunda daha önce eğitim almamış oldukları için biyoçeşitlilik konusunda bilgilendirme yapılmıştır. İkinci hafta biyoçeşitlilik konusu bilgilendirme çalışmasına devam edilmiştir. Sonunda eğitim sürecinde takip edilecek aşamalar ve modül tanıtılmıştır.

Üçüncü, dördüncü ve beşinci haftalar modülün ilk bölümünde yer alan giriş etkinlikleri yapılmıştır. Giriş etkinliklerine başlamadan önce öğrencilerin birinci fen bilimleri yazılı puanlarına göre karma gruplar oluşturulmuştur. Gruplar her bölüm başında öğrenci isteklerine göre yenilenmiştir. Sonrasında yaklaşık dört, beş haftalık tasarım görevlerini oluşturma süreçleri takip edilmiştir. Eğitim uygulamaları sırasında sürece destek olarak ikinci fen bilimleri öğretmenini eşlik etmiş olup bu durum grupların çalışmalarını kontrol, yönlendirme ve grup destekleri konusunda kolaylık sağlamıştır. Çalışmaların problemin ve ihtiyaçların araştırılması aşamalarında okul yönetiminin ve ailelerin bilgisi dahilinde öğretmen kontrolünde öğrencilerin bilgisayar, tablet veya telefon getirmelerine izin verilmiştir. Ayrıca tasarım görevleri sırasında herhangi bir maliyeti olmayan evdeki atık ya da fazla malzemeleri grupların tasarım görevleri sırasında kullanmasına onay verilmiştir.

Süreç boyunca öğrencilerin çalışmaları videoya alınmış, fotoğraflar çekilmiştir. Gözlemler not edilmiştir. Eğitim sonunda öğrencilerle görüşmeler yapılarak süreç değerlendirmesi yapmaları sağlanmış, öğrencilerin uygulamalar boyunca kullandıkları modül içinde yapılan grup çalışmaları analiz edilmiştir.

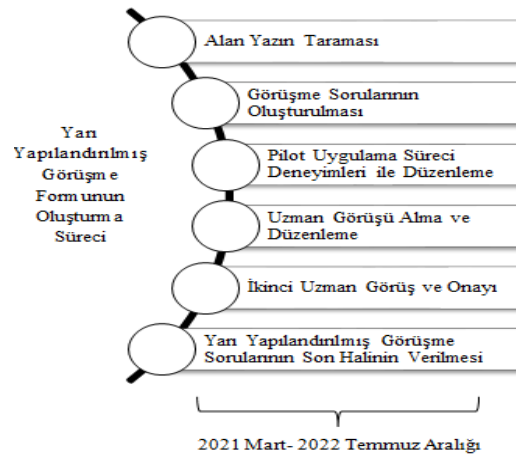
Her tasarım görevi sonunda öğrenciler tasarım görevi birincisini seçmişler ve en iyi tasarımı oluşturan grup ödüllendirilmiştir. Eğitimin sonunda 20 haftalık eğitimi tamamlayan öğrencilere katılım belgesi verilmiş, Biyoçeşitlilik Günü ve Çevre Haftası kapsamında öğrencilerin tasarımlarından oluşan sergi açılmıştır.

3.3.2.3. Yarı yapılandırılmış görüşme formu. Çalışmanın nitel veri toplama araçlarından yarı yapılandırılmış görüşme formu ve oluşturma süreci bu başlık altında verilmiştir.

Alan yazın taraması, pilot uygulama sırası araştırmacı notlarına göre görüşme soruları hazırlanmıştır. Bir uzmandan görüş alınmıştır. Ek düzenlemeler yapılmış ve tekrar başka bir uzman görüşüne sunulmuştur. Toplamda iki uzman görüşü alınarak görüşme formuna son hali verilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu Ek 20’de sunulmuştur.

Görüşme sırasında sorulan sorular araştırma sorusu ve birbiriyle bağlantılı olmalıdır. Bireylerin deneyimlerine yönelik sorular sorulmaya çalışılmalıdır. Genelden özele, yakından uzağa şeklinde sorular şekillendirilmelidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Eğitim sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin eğitim süreci ile ilişkili, öğrenme ve deneyimlerini almaya çalışılmıştır. Öğrencilerle görüşmeler ortalama 15-20 dakika sürmüştür. Görüşmedeki bulgular toplamda 19 kişilik çalışma grubunun 18’ini kapsamaktadır.

3.3.2.3.1. Yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturma süreci. Yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturma süreci Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6 Yarı yapılandırılmış görüşme formunun oluşturma süreci.

Alan yazın taraması, pilot uygulama sırası araştırmacı notlarına göre görüşme soruları hazırlanmıştır. Uzman görüşüne başvurulmuştur. Ek düzenlemeler yapılmış ve

tekrar uzman görüşüne sunulmuştur. Toplamda iki kez uzman görüşü alınarak görüşme formu hazırlanmıştır. Pilot uygulama yapıldıktan sonra bazı sorularda “Neden” alt sorularının kaldırılmasına veya “Nasıl” şeklinde düzenlenmesine karar verilmiş ve yarı yapılandırılmış gözlem formuna son hali verilmiştir (Ek 19).

Görüşme soruları alan yazın taraması ışığında eğitim süreci ve öğrenci gözlemlerine dayanarak oluşturulmuştur.

Görüşme Soruları;

- Alıştırma soruları,
- STEM Eğitiminin yerini belirlemeye yönelik sorular
- STEM eğitiminin etkililiğini belirlemeye yönelik sorular
- STEM eğitiminin becerilere dönük etkililiğini belirlemeye yönelik sorular
- Giriş Etkinlikleri ile ilgili sorular
- Mühendislik tasarım süreci ile ilgili sorular
- Tasarımlarla ilgili sorular şeklinde gruplara ayrılmıştır.

3.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde nicel ve nitel verilerin analizinde kullanılacak olan istatistiksel analizler ve analiz çeşitlerine yer verilmiştir.

3.4.1 Nicel Verilerin Analizi İçin Kullanılan İstatistiksel Teknikler

Kullanılan nicel veri toplama araçlarından elde edilen verilerin normallik testi ve istatistiksel çözümler SPSS-21 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterdiği belirlendiği için parametrik testler uygulanmıştır. İstatistiksel çözümlerlerde, araştırmaya katılan öğrencilerin ön test ve son test sonuçlarında elde ettikleri puanların aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda, grup içindeki karşılaştırmalar yapılmış ve gruplar arası karşılaştırmalarda t testi kullanılmıştır. İstatistiksel çözümlerlerde anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

Nicel verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular, araştırma problemleriyle ilişkili başlıklar altında sunulmuştur. Bu bulgular, tablolar halinde düzenlenmiş ve yorumlanmıştır. İstatistiksel analizlerin sonuçları, araştırmanın temel sorularına yanıt vermek amacıyla detaylı bir şekilde incelenmiştir.

3.4.2. Nitel Veri Toplama Araçlarının Analizi

Araştırmada nitel verilerin analizi ve yorumlanmasında betimsel analiz ve içerik analizi kullanılarak analiz çeşitlemesi yapılmıştır. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir, yorumlanır. Gözlem ve görüşme süreçlerinde sorular ya da boyutlar dikkate alınarak sunulabilir. Gözlenen ya da görüşülen bireylerin görüşlerini yansıtabilmek için sık sık doğrudan alıntılar yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada yarı yapılandırılmış gözlem formu ve öğrenci etkinlik kağıtlarında belirlenen boyutlara göre analizler yapılması ve görüşme sorularında yer alan “Ne, Hangi, Neyi ifade ediyor?” içerikli sorular betimsel analiz kapsamında ele alınmıştır. İçerik analizinde toplanan veriler, veri açıklayabilecek kodlara, kodlar temalara dönüştürülür. Birbirine benzeyen veriler ortak temalar altında tanımlanarak, elde edilen bulgular yorumlanır. İçerik analizi betimsel analizin derinleştirilmiş halidir. Veriler betimsel analizle özetlenir veya yorumlanır, içerik analizi ile özetlenen ve yorumlanan veriler kavramsallaştırma ve kavramlar arası ilişkileri belirlemeye dönüştürülür (Baltacı, 2017; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme sorularında yer alan “Neden, Nasıl?” içerikli sorular başta olmak üzere bütün sorularda kod ve tema oluşturarak doğrudan alıntılarla veriler yorumlanmıştır. Araştırmanın belirtilen bölümlerinde içerik analizinin baskın olduğunu söylemek mümkündür.

3.5. Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerliği

Araştırmanın genel olarak nicel ve nitel boyutunun güvenirlik ve geçerlik çalışmaları ile ilgili yapılan uygulamalara yer verilmiştir.

3.5.1. Araştırmanın Nicel Boyutunun Güvenirlik ve Geçerliği

Ölçme aracının hatalardan arınlığı, ölçülmek istenen özelliği doğru ölçmesi güvenirliliği, ölçülmek istenen özelliği amaca uygun olarak ölçmesi ise geçerliğini ifade etmektedir (Büyüköztürk ve diğ., 2016). Nicel araştırmaların güvenirliliğini sağlamak için Kuder Richardson (KR) 20-21, Cronbach Alpha, test yarılama, test-tekrar test, puanlayıcılar arası arası güvenirlik, paralel testler yöntemleri kullanılmaktadır. Araştırmanın nicel boyutunda Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi-2, 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ve Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri kullanılmıştır. BETBİB Testi-1 güvenirliliği sağlamak için

KR-20 uygulanmıştır. BETBİB Testi-2 Cronbach alpha ölçümü ve puanlayıcı güvenilirliği uygulanmıştır. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği ve Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri daha önce birkaç çalışmada geçerlik güvenirlik çalışmaları yapılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiş olduğu için esas çalışma değerleri baz alınmıştır.

BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi-2 geçerliliği sağlamak için soru havuzu ve belirtke tablosu oluşturma, uzman görüşü alma (kapsam geçerliliği), madde analizi ve eğitim alan almayan gruplara göre bağımsız örneklem t-testi analizi yapma (yapı geçerliliği), ön pilot uygulama yapma durumları yerine getirilmiştir.

3.5.2. Araştırmanın Nitel Boyutunun Güvenirlik ve Geçerliği

Nitel araştırmalarda araştırılan olgunun objektif olarak verilmesi gerekir. Nitel araştırmada geçerlik, iç geçerlik ve dış geçerlik olmak üzere ikiye ayrılır. İç geçerlik araştırmanın veri toplama, analizi ve yorumlanması süreçlerinde tutarlı olması, inandırıcılığı; dış geçerlik ise araştırma sonuçlarının genellenebilirliği ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

İç geçerlilik (inandırıcılık) için araştırmacılar yaptıkları çalışmada uzun süreli etkileşim, derin odaklı veri toplama, çeşitleme, uzman incelemesi ve katılımcı teyidine başvurabilirler (Merriam, 2009/2015; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Yapılan çalışmada nitel boyutunun iç geçerliği sağlayabilmek için uzun süreli gözlem ve uygulama (20 hafta/ort. 70 ders saati) ile uzun süreli etkileşim; eğitim süreci boyunca verilen eğitimler ve gözlemler sonucunda öğrenci fasiküllerinin incelenmesi ve görüşmelerle derinlik odaklı veri toplama; verilerin toplanmasında nicel ve nitel yöntemlerin kullanılması, veri analizinde içerik ve betimsel analizin kullanılması ve birden çok nicel ve nitel veri toplama araçlarının kullanılması ile araştırma çeşitlemesi ve akademik başarı testinin, biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülünün, ders planlarının, gözlem formlarının oluşturulması, görüşme sorularının oluşturulması sırasında uzman görüşü sürekli alınarak gerçekleştirmeye çalışılmıştır.

Nitel çalışmalarda sonuçların tüme genellenebilmesi çok mümkün değildir fakat araştırma sınırlılığında genellemeler yapılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Dış geçerliliği araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda doğrudan alıntı ve diyaloglarla ayrıntılı betimlemeyi, gözde canlandırabilirliğini sağlamayı, amaçlı örneklem ve sonuçların tekrar edilebilirliğini sağlamayı dikkate alarak sağlayabilirler (Merriam, 2009/2015; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Yapılan çalışmada nitel boyutunun dış geçerliği sağlayabilmek için araştırmacı ders

gözlemleri ve görüşmeler sırasında doğrudan alıntı ve diyaloglarla, uygulama ortamının ve veri toplama sürecinin ayrıntılı tanıtımı yapılmış ve beşinci sınıf öğrencilerinden oluşan bir köy okulunu seçerek amaçlı örneklem seçimi yapılmıştır.

Nitel araştırmalarda iç güvenilirliği sağlamak için tutarlılık incelemesi, dış güvenilirliği sağlamak için teyit incelemesi yapılmaktadır. Tutarlılık incelemesi dışardan bakan bir gözlemci tarafından araştırmacının veri toplama ve analizi sürecinde tutarlı davranıp davranmadığı, teyit incelemesi ise araştırma sonuçlarının nesnel, yansız bir şekilde ifade edilmesi ve sonuçların tekrar edilebilirliğidir (Merriam, 2009/2015; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada açık uçlu sorularda birden çok uzman değerlendirmesi olarak, birden fazla gözlemci desteği ile gözlem verileri toplayarak tutarlılık; veri toplama sürecinde gözlemler sırasında gözlenen neyse aynen not alarak ya da işaretleme yaparak, katılımcıları görüşmeler sırasında etkilemeden nötr davranarak, veri analizi sırasında objektif ve yansız bir şekilde doğrudan alıntılara, diyaloglara yer vererek iç ve dış güvenilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR

Bu bölümde araştırma sorularına göre nicel ve nitel veri toplama araçlarından elde edilen verilerin bulgularına yer verilmiştir. Bulgular nicel araştırma boyutu bulguları ve nicel araştırma boyutu bulguları şeklinde iki ana başlık olarak ele alınmıştır.

4.1. Nicel Araştırma Boyutunun Bulguları

Nicel araştırma boyutunun beşinci sınıf öğrencilerinin beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testinden elde edilen bulgular, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği ve yaratıcı problem çözme özellikleri envanterinden elde edilen bulgular ifade edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ile yaratıcı problem çözme becerisi alt kategori ve becerilerine ait bulgulara yer verilmiştir.

4.1.1. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi Bulguları

Çalışma grubunun çoktan seçmeli ve açık uçlu testlerden elde edilen ön test son test puanlarının karşılaştırılarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığına yönelik bulgulara yer verilmiştir.

4.1.1.1. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) Testi-1 bulguları. Öğrencilerin beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) Testi-1, çoktan seçmeli sorulara ait ön test-son test aritmetik ortalama puanları, standart sapmaları, t ve p değeri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. *BETBİB Testi-1 Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	5,0000	1,45297	18	-3,890	0,001
Sontest	19	6,6842	1,60044			

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi uygulamaya katılan öğrencilerin beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) Testi-1, toplam puanları ön test-son test değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=6,68$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -3,89; 0,05 > p = ,001$]. Öğrencilerin bilişsel beceri alanlarına göre BETBİB Testi-1 sorularında son test yönünde anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

4.1.1.2. Beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) testi-2 bulguları.

Öğrencilerin beceri temelli biyoçeşitlilik başarı (BETBİB) Testi-2 açık uçlu sorularına verdikleri cevapları değerlendiren uzmanlara ait toplam puan ön test-son test aritmetik ortalama puanları, standart sapmaları, t ve p değeri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. *BETBİB Testi-2 Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Değerlendirici	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
D1 Öntest	19	15,1579	8,59110	18	-5,943	0,000
D1 Sontest	19	23,5789	8,70068			
D2 Öntest	19	12,5789	5,36776	18	-6,137	0,000
D2 Sontest	19	23,7368	8,81187			
D3 Öntest	19	11,2632	4,72396	18	-6,154	0,000
D3 Sontest	19	21,6842	9,08021			

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi uygulamaya katılan öğrencilerin BETBİB Testi-2 sorularına verdikleri cevapları değerlendiren uzmanlara ait toplam puan ön test-son test değerlendirilmesinde 3 uzman değerlendirmesinde de son test lehine ($\bar{x}=23,58$; $\bar{x}=23,74$; $\bar{x}=21,68$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -5,943$; $0,05 > p = ,000$; $t(18) = -6,137$; $0,05 > p = ,000$; $t(18) = -6,154$; $0,05 > p = ,000$].

BETBİB Testi-2 açık uçlu soruları değerlendiren uzmanların ön test ve son test değerlendirmesine dair korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. *Uzmanların BETBİB Testi-2 Ön Test-Son Test Puanları Korelasyon Analizi*

	D1 son test	D2 ön test	D2 son test	D3 ön test	D3 son test
D1 ön test	,745**	,658**	,759**	,672**	,826**
D1 son test		,436	,995**	,491*	,957**
D2 ön test			,461*	,938**	,496*
D2 son test				,520*	,967**
D3 ön test					,586**

*= $p \leq 0,05$; **= $p \leq 0,001$

Tablo 4.3’de görüldüğü gibi BETBİB Testi-2 soruları değerlendiren uzmanların ön test ve son test değerlendirmesine dair korelasyon analiz sonuçlarına göre orta ve yüksek düzeyde pozitif bir ilişki görülmüştür ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,001$). Üç uzman arasındaki değerlendirilmede pozitif ilişki tespit edilmesi öğrencilerin bilişsel beceri alanlarına göre açık uçlu beceri sorularında son test yönünde anlamlı bir ilişki oluştuğunu göstermektedir.

4.1.2. 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Bulguları

Öğrencilerin 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği maddelerine ait toplam puan ön test-son test aritmetik ortalama puanları, standart sapmaları, t ve p değeri Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	71,1579	11,28550	18	-12,862	0,000
Sontest	19	97,8421	8,05718			

Tablo 4.4’de görüldüğü gibi uygulamaya katılan öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerileri ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=97,84$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -12,86; 0,05 > p = ,000$].

21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri altında tanımlanan yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği becerileri açısından ön test son test aritmetik ortalama puanları, standart sapmaları, t ve p değeri arasındaki farka bakıldığında Tablo 4.5, 4.6 ve 4.7’de bulgular verilmiştir.

Tablo 4.5. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Yaratıcılık ve Yenilenme Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	1,7737	,32032	18	-10,225	0,000
Sontest	19	2,5237	,23056			

21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Yaratıcılık ve Yenilenme becerisi alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=2,5237$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -10,225; p = ,000$].

Tablo 4.6. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	1,7895	,25815	18	-9,129	0,000
Sontest	19	2,3202	,28499			

21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=2,3202$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -9,129$; $p= ,000$].

Tablo 4.7. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği İşbirliği ve İletişim Becerisi Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	2,0301	,51194	18	-6,398	0,000
Sontest	19	2,7895	,18050			

21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği işbirliği ve iletişim becerisi alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=2,7895$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -6,398$; $p= ,000$]. Tablo 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7 değerlerinden anlaşılacağı üzere uygulanan STEM eğitimi öğrencilerin hem yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme, işbirliği ve iletişim alt becerilerinin gelişiminde hem de 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinin gelişiminde son test lehine anlamlı bir fark oluşturmuştur.

4.1.3. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Bulguları

Öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri maddelerine ait toplam puan ön test-son test aritmetik ortalama puanları, standart sapmaları, t ve p değeri tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Yaratıcı Problem Çözme Envanteri Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	t	p
Öntest	19	125,3684	20,34210	18	-19,896	0,000
Sontest	19	166,4737	17,92691			

Tablo 4.8’de görüldüğü gibi uygulamaya katılan öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=166,47$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -19,90$; $0,05 > p= ,000$].

Yaratıcı problem çözme özellikleri alt boyutları olarak tanımlanan yakınsak düşünme, iraksak düşünme, motivasyon, çevre, genel bilgi ve beceri açısından ön test son test aritmetik ortalama puanları, standart sapmaları, t ve p değeri Tablo 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.9. *Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Iraksak Düşünme Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	P
Öntest	19	2,5921	,53007	18		
Sontest	19	4,3816	,47957		-21,609	0,000

Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri iraksak düşünme alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=4,3816$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -21,609$; $p= ,000$].

Tablo 4.10. *Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Yakınsak Düşünme Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	P
Öntest	19	2,8263	2,8263	18		
Sontest	19	4,2421	4,2421		-19,706	0,000

Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri yakınsak düşünme alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=4,2421$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -19,706$; $p= ,000$].

Tablo 4.11. *Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Motivasyon Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	2,8596	,58337	18		
Sontest	19	4,1930	,60925		-12,244	0,000

Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri motivasyon alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=4,1930$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -12,244$; $p= ,000$].

Tablo 4.12. *Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Çevre Alt Boyutunun Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	T	p
Öntest	19	3,9952	,75361	18		
Sontest	19	4,1005	,59219		-,737	0,47

Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri çevre alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir [$t(18) = -,737; p = ,47$].

Tablo 4.13. *Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri Genel Bilgi ve Beceri Alt Boyutunun Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Std sapma	Sd	t	p
Öntest	19	3,0526	,59195	18		
Sontest	19	3,7474	,55714		-6,050	0,000

Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri genel bilgi ve beceri alt boyutunda ön test-son test toplam puanları bağımlı örneklem t-testi değerlendirilmesinde son test lehine ($\bar{x}=3,7474$) anlamlı bir farklılık belirlenmiştir [$t(18) = -6,050; p = ,000$]. Tablo 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.13 değerlerinden anlaşılacağı üzere uygulanan STEM eğitimi öğrencilerin hem yakınsak düşünme, iraksak düşünme, motivasyon ve genel bilgi ve beceri alt becerilerinin gelişiminde hem de genel anlamda yaratıcı problem çözme becerisinin gelişiminde son test lehine anlamlı bir fark oluşturmuştur. Fakat çevre alt kategorisi açısından ön test son test puanları açısından anlamlı bir fark görülmemiş olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Nitel Araştırma Boyutunun Bulguları

Nitel araştırma boyutunun beşinci sınıf öğrencilerinin biyoçeşitlilik konusu giriş etkinlikleri ve tasarım görevlerine yönelik STEM okuryazarlığı yetenekleri gözlem bulguları, mühendislik tasarım süreci bulguları, biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü grup fasikülleri ile eğitime ve sürece yönelik öğrenci görüşleri bulguları şeklinde ele alınmıştır.

4.2.1. STEM Uygulamalarının STEM Okuryazarlığı (SOY) Yeteneklerini Yansıtma Bulguları

Beşinci sınıf öğrencilerinin giriş etkinlikleri ve tasarım görevleri boyunca yapılandırılmış gözlem formu ile gözlemlenen STEM okuryazarlığı yeteneklerine dair gelişim yansıtılmaya çalışılmıştır.

4.2.1.1. Giriş etkinliklerinin STEM okuryazarlığı (SOY) yeteneklerini yansıtma bulguları. Giriş etkinlikleri öğrencileri tasarım görevleri ve mühendislik tasarım sürecine alıştırmayı amaçlayan bir dizi etkinlikten oluşmaktadır. İlk 8 etkinlik ve etkinlik 14 mühendislik tasarım süreci ile ilgili egzersizleri kapsayan etkinliklerden oluşmaktadır. Etkinlik 9-10-11-12 ve 13 ise biyoçeşitlilik konusu ile ilgili bilgileri hatırlamaya ve yorumlamaya (uygulama) yönelik etkinliklerden oluşmaktadır. O nedenle tam bir mühendislik tasarım süreci işlemediği için gözlem bulguları tasarım görevlerinden ayrı oluşturulmaya karar verilmiştir. Öğrencilere biyoçeşitlilikle ilgili bir metin verilmiş, okumaları için 15 dk süre tanınmıştır. Süre sonunda grupça metinden destek alarak ilk sekiz etkinliği yapabilmeleri için yönergeler verilmiştir.

Problem ya da ihtiyaçların tanımlanması etkinlikleri: Mühendislik tasarım sürecinin ilgili aşamasında geliştirilmesi muhtemel SOY yeteneklerinden STEM problemlerini tanımlama yeteneği ve STEM'i kullanarak problem çözme yeteneğidir. İçerisinde problemin tanımlanması, ihtiyaçların tanımlanması ve hedeflerin tanımlanması olmak üzere 3 mini etkinlik yer almaktadır. İlgili üç etkinliğe göre grupların giriş etkinliklerine göre SOY, STEM problemlerini tanımlama yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Tablo 4.14. *Giriş Etkinlikleri STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Davranışları*

Grup 1-2-3-4		
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	Etkinlik 1-2-3
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	E
	Problem veya sorunlara cevaplar arama	E
	Gerekli bilgileri toplama	E
	Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme	H
	Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme	E
Toplam		4E-1H

* Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

Grupların verilen metne göre problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme davranışı hariç diğer tüm davranışları sergileyebildikleri Tablo

4.14'ten de anlaşılmaktadır. Gözlemci notlarında bu etkinliklerle ilgili aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir.

İlk 3 etkinlik için (problemin, ihtiyaçların, hedeflerin belirlenmesi) 20'şer dk'dan toplamda 60 dk süre verildi. Öğrenciler konuyu belirleyebildiler fakat problemi tanımlama konusunda öğretmen desteği aldılar. Disiplinler bazında ihtiyaç ve hedef belirlemede zorlandılar. Öğretmen ek açıklamalarıyla desteklendiler. Problem konusunu gerçek yaşamla ilişkilendirme konusunda kendi çevrelerinden ve okulda öğrendiklerinden (Maden faaliyetleri, hava kirliliği, su, toprak kirliliği, küresel ısınma gibi) örneklendirdiler. Grup 1 (Mavi ay) 80 dk. dolmadan problemin araştırılması aşamasına geçtiler. (07.01.2023)

Gözlem notları ve gözlem formundan anlaşıldığı üzere gruplar STEM problemini tanımlama yeteneği davranışlarını öğretmen desteği ile çoğunlukla gerçekleştirebildikleri belirlenmiştir.

İlgili üç etkinliğe göre grupların giriş etkinliklerine göre SOY, STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.15'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. *Giriş Etkinlikleri STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği Davranışları*

Grup 1-2-3-4		Etkinlik 1-2-3
STEM'i Kullanarak	Disiplin alanlarına göre gerekli araçların belirlenmesi	KE
Problem Çözme	Disiplin alanlarına göre gerekli süreçlerin belirlenmesi	KE
Yeteneği	STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma	KE
Toplam		3 KE

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

Gruplar ilk üç etkinlikte STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği davranışlarını sergileme açısından oldukça zorlandıkları, öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları görülmüştür. Gözlem notlarında bu yetenek davranışları ile ilgili “Öğrencilerin hem daha önce tasarımı dayalı öğrenim görmedikleri için nelere ihtiyaçları olur, neyi, nasıl kullanırlar fikirleri yoktu. Hem de disiplin alanlarına göre ayırmaya alışık değillerdi. O bölümlerde zorlandıkları için öğretmen destekledi.” şeklinde yer almıştır. Gözlem notları ve gözlem formundan anlaşıldığı üzere gruplar STEM'i kullanarak problem çözme davranışlarını göstermede zorlandıkları, öğretmen desteği ile kısmen gerçekleştirebildikleri belirlenmiştir.

Problem ya da ihtiyaçların araştırılması etkinlikleri: Mühendislik tasarım sürecinin ilgili aşamasında geliştirilmesi muhtemel SOY yeteneklerinden biri yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneğidir. İçerisinde fen bilimleri, mühendislik, matematik, teknoloji ve görsel sanatlar açısından araştırmaları kapsayan 4 mini etkinlik yer almaktadır. Öğrenciler bu etkinlikte önceden haber verilerek tablet, telefon ve bilgisayarlarını eğitimde kullanabilmişlerdir. Her grupta en fazla iki teknolojik aletin yeterli olduğu öğrencilere

önceden bildirilmiş, interneti olmayan öğrencilere okul ve araştırmacı aracılığıyla internet desteği sağlanmıştır. Öğrenciler akıllı tahta kullanma konusunda deneyimli oldukları için sınıf tahtası üzerinden de araştırmalar yapılmıştır. İlgili dört etkinliğe göre grupların giriş etkinliklerine göre SOY yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.16’da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. *Giriş Etkinlikleri Yeni Bilgiyi Edinme ve Araştırma Yeteneği*

Grup 1-2-3-4		
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	Etkinlik 4-5-6-7-8
Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme	H
	Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma	H
	Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma	H
	Konu hakkında farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı şekilde bütünleştirme	H
Toplam		4H

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

Gruplar araştırma yapma konusunda oldukça istekli fakat bilgileri güvenilir kaynaklardan elde etme, bilimsel kaynaklardan yararlanma, uygun anahtar kelimeyi belirleme, konu hakkında farklı kaynaklardan bilgi elde etme ve bilgileri anlamlı bir şekilde bütünleştirme davranışlarına dikkat etmedikleri gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında aşağıdaki ifadeler yer verilmiştir.

Öğrencilerin araştırma yaparken genel olarak isteklidirler fakat arama motoruna uygun kelimeyi yazma, çıkan sayfada site ya da bilgi kaynağı içerisinde inceleme yapmadan arama motoru sayfası üzerinden bulunduğu bir bilginin aynısını yazma şeklindeydi. Hatta bazıları soru cümlelerini direk arama motoruna yazıp “öğretmenim bu sorunun cevabı yok” yaklaşımı ifadeler kullanabiliyorlardı. (14.01.2023)

Gruplara araştırmanın nasıl yapılacağı ile ilgili bilgilendirme yapıldığı, fakat öğrenciler benzer davranışlarda ısrarcı oldukları, araştırmacı tarafından ara ara hatırlatmalar yapıldığı ifade edilmiştir. Özellikle araştırma bölümü sorularında yer alan “Tasarımınızın hangi bölümlerinde bu bilgi işinize yarar?” sorusu öğrenciler tarafından önemsenmediği görüldüğü için öğrencilere tekrarlı açıklamalar yapıldığı belirtilmiştir.

Matematik disiplin alanı ile ilgili araştırmacı ve sınıf arasında geçen diyalog aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir. “Matematik bölümünde maliyet hesaplaması nasıl yapılır?” sorusuna bazı gruplar “Toplarız” açıklaması yaptığı tespit edilmiş, soru cevapla öğrencilerin bilgiyi detaylandırmaları sağlanmıştır.

Araştırmacı: Maliyet hesaplaması nasıl yapılır?

Sınıf: Aldıklarımızın fiyatlarını toplarız.

Araştırmacı: Peki ilk pazara gittiniz almak istediğiniz bir meyve ya da sebze gördünüz. Ne yaparsınız?

Sınıf: Fiyatını sorarız.

Araştırmacı: Fiyatını sordunuz ama sana söylenen kilo fiyatı, siz 2 kilo alacaksınız. Ne yaparsınız?

Sınıf: Kilo fiyatını 2 ile çarparız.

Araştırmacı: Sonra?

Sınıf: Harcadığımız paranın üstüne toplarız.

Araştırmacı: Peki 2 kilo değil yarım kilo alacağız, o zaman ne yaparız?

Sınıf: Kilo fiyatını ikiye böleriz. Harcadığımız paranın üstüne ekleriz.

Araştırmacı: O zaman sadece toplama değilmiş değil mi? Pazara gittik toplam harcadığımız parayı nasıl hesaplarız?

Sınıf: Önce kilo fiyatını sorarız. Almak istediğimiz kadarının ücretini hesaplarız. En son bütün meyve sebzeler için ödediğimiz ücretleri toplar, bulmuş oluruz. (14.01.2023)

Ders gözlemleri ve öğrenci görüşmeleri sırasında öğrencilerin en çok zorlandığı tasarım süreci bölümleri arasında araştırma bölümleri olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler araştırma yapmaya istekli fakat doğru araştırma yapma ve kaydetme konusunda yeterli bilgi, deneyim ve davranışa sahip olmadıkları görülmüştür.

Biyçeşitlilik konu bilgisi ve yorumlama etkinlikleri: Etkinlik 9, 10, 11, 12 ve 13'ü kapsayan bulguları içermektedir. Geliştirmesi muhtemel SOY yetenekleri açısından ağırlıklı olarak STEM problemlerini tanımlama yeteneği ve STEM bilgilerini iletme yeteneği baz alınmıştır. İlgili beş etkinliğin grupların giriş etkinliklerine göre SOY, STEM problemlerini tanımlama yeteneği ve STEM bilgilerini iletme yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.17'de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. *Giriş Etkinlikleri Biyçeşitlilik Konu Bilgisi ve Yorumlama Etkinlikleri Tablosu*

Grup 1-2-3-4		Etkinlik 9-10-11-12-13			
STEM	SOY Davranışlar	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Okuryazarlığı Yetenekleri					
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	E	E	KE	E
	Problem veya sorunlara cevaplar arama	E	E	KE	E
	Gerekli bilgileri toplama	E	E	KE	E
	Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme	E	E	KE	E
	Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme	E	E	KE	E
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	KE	KE	KE	KE
	STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	KE	KE	KE	KE
Toplam		5E-2KE	5E-2KE	7KE	5E-2KE

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

Tablo 4.17'den anlaşılacağı üzere STEM problemlerini tanımlama yeteneği davranışları açısından grupların çoğunluğunun biyçeşitlilik konusundaki bilgilerin ve yorumlanmalarının dikkate alındığı çalışmalarda başarılı olduğu söylenebilir. Öğrencilerin fen bilimleri derslerinde karşılaşabilecekleri etkinlik türlerinden oldukları için

zorlanmadan yaptıkları düşünülmektedir. Gözlemci notlarında bu etkinliklerle ilgili aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir.

Bazı grupların (G1-G2-G4) motivasyonları çok yüksekti. Ara verilince erken gelip çalışmaya devam ettiler. Grup 1 ve Grup 2 çalışmalarını erken bitirdiler. Grup 3 ise grup içi uyumsuzlıklardan dolayı etkinlikleri bitirmek için daha uzun zamana ihtiyaç duydular. Fakat etkinlikler sırasında sorularda yer alan sebepleri ve gerekçeleri bulma ve yazma konularında daha önce karşılaşmadıkları için öğrenciler zorlandılar ve motivasyonları düştü. Öğrenciler tanımlama, sınıflandırma, eşleştirme soruları cevaplamaya daha yatkın idiler. Sebepleri bulma, sıralama, gerekçelendirme bölümlerinde genelde yazmak istememe, grup arkadaşına yönlendirme durumları ile karşılaşıldı. Soruları grupça ele alma durumu tam etkin olmadığı için motivasyonları biraz düştü ve zorlandılar.(21.01.2023)

Bazı sorularda bir sebep belirtip bırakma durumları gözlemlenmiştir. Araştırmacı gruplara dahil olup soruyu yinelediğinde grupların daha fazla sebep belirtebildikleri tespit edilmiştir. Bu durumun sınıf içi diyaloglardan elde edilen bilgiye göre öğrencilerin bir an önce tasarım çalışmalarına geçme isteğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Etkinlik 13 (Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar) uygulama sırasında öğrencilerin en çok zorlandığı etkinlik olduğu gözlemlenmiştir. Etkinlik 13 metni anlama, metin içinden yorumlar yapma, çıkarımlar oluşturma, metin ile grafikleri yorumlama ve sonuç çıkarma becerilerini içerdiği için klasik, alışlagelmiş etkinliklerden farklı olmasından dolayı öğrencilerin zorlandıkları ve öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Fakat gruplar etkinlikleri yapmak ve tamamlayabilmek için çabaladıklarını söylemek mümkündür. Gruplarda en çok dikkati çeken durumlardan biri grup etkileşiminin düşük olmasıdır. Öğrenciler etkinliklere karşı bireysel olarak motivasyonları yüksek ve istekli olsa da grup çalışmasına yatkınlık, tartışma, ortak karar alma konularında gelişmeye ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir.

Etkinlik 14 (Balık Avlama Oyunu) mühendislik tasarım süreci simülasyon etkinliği: Etkinlikte öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini hayal etmelerini ve somutlaştırabilmelerini amaçlayan bir etkinliktir. Gerçek bir problem çözme sürecinden yola çıkarak öğrencilerin hayal ederek yorum yapmalarını içermektedir. Hayali olarak mühendislik tasarım sürecinin birçok aşamasını öğrencilerin canlandırabilmelerini sağladığı düşünülmektedir. Etkinlikle ilgili gözlem verileri Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. *Giriş Etkinlikleri Balık Avlama Oyunu Simülasyon Etkinliği*

Grup 1-2-3-4		Etkinlik 14			
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	KE	KE	KE	KE
	Problem veya sorunlara cevaplar arama	KE	KE	KE	KE
	Gerekli bilgileri toplama	KE	KE	KE	KE
	Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme	KE	KE	KE	KE
	Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme	KE	KE	KE	KE
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	KE	KE	KE	KE
	STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	KE	KE	KE	KE
Toplam		7 KE	7 KE	7 KE	7KE

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

Tablo 4.18'den anlaşılacağı üzere *STEM problemlerini tanımlama yeteneği* ve *STEM bilgilerini iletme yeteneği* davranışlarında grupların çoğunluğunun Balık Avlama Oyunu Simülasyon Etkinliği yorumlamalarını yaparken zorlandıkları ve kısmen yerine getirebildikleri tespit edilmiştir. Süreç boyunca öğrenciler daha önce benzer bir süreç deneyimlemedikleri için öğretmen desteğine ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Araştırmacı etkinlik sırası gözlemleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir.

Etkinlik boyunca öğrencilerin önce böyle bir süreci hayal etmeleri sonrasında fikirler üretmeleri konusunda hatırlatmalarda bulunuldu. Öğrencilerin yaşadıkları dönem itibarıyla teknolojik araç-gereçler ve oyunlarla tanışık olma durumlarından dolayı hayal etmeye başladıklarında deneyimleri olan durumlarla ilgili daha kolay fikir üretebildikleri görüldü. Bilgisayar oyunları konusunda daha ilgili olan öğrenci grupları fikirler konusunda daha ön plana çıktılar. (21.01.2023)

Grupların balık avlama oyunu boyunca en çok zorlandıkları bölüm problemle ilgili disiplinleri belirleme ve problemi, ihtiyaçları ve hedefleri disiplin alanlarına göre ayırma olduğu gözlemlenmiştir. Öğrencilerin STEM disiplinlerinin ilke ve süreçlerine göre karar verme durumları konusunda öğrencilerin bilgisi olmadığı için STEM'i kullanarak karar verme yeteneğine yer verilmemiştir.

Öğrencilerin öncesinde tasarım yapma ile ilgili bir deneyimlerinin olmamasına rağmen kriter, sınırlama ve puanlama sistemi belirleme çalışmalarında gruplardan, aşağıdaki şekilde görüş bildirebilmeleri bilgisayar oyunlarına aşina olmalarından dolayı olabileceği düşünülmektedir.

Bilinçli avlama yapardık. Nesli tükenme tehlikesi altında olanları avlamazdık. (Grup 1), Eğlenceli ve öğretici bir tasarım olurdu. (Grup 2), Ödül kazanma gibi kuralları olurdu. Balıkların renklerine, büyüklüğüne ve yaşadıkları derinliğe göre puan kazanılan bir tasarım olurdu. (Grup 3), Küçük ve nesli tükenen balıklar avlandığında puan kaybedilirdi, maksimum 5 balık avlayabilme, nesli tükenen balıkları geri bıraktığımızda puan kazanma ve avladığımızda daha çok puan kaybetme şeklinde olabilir. (Grup 4)

Genel itibariyle giriş etkinliklerinde öğrencilerin STEM disiplin alanlarına göre problem, ihtiyaç ve hedef belirleme, STEM'i kullanarak problem çözme, araştırma yapma, yazma, gerekçe ve sebep belirtme veya birden fazla sebep ve gerekçe üretme konularında zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin zorlandığı noktalarda öğretmen, rehber sınırında öğrencileri desteklemiş başarabilmelerini sağlamıştır.

4.2.1.2. Tasarım görevleri STEM okuryazarlığı (SOY) yeteneklerini yansıtan bulguları. Gruplar mümkün olduğunca karma oluşturulmaya çalışılmış olup genel olarak grupların davranışları gösterme durumları birbirine yakın olduğu görülmüştür. Aynı zamanda çalışma grubunun aynı sınıf seviyesi, yakın hazırbulunuşluk seviyesi, aynı kültürel yapı ve okul şartlarına sahip olması bu durumda etken olduğu düşünülmektedir.

Mühendislik tasarım sürecinde geliştirilmesi muhtemel SOY yetenekleri uyum tablosuna (Ek 15) göre STEM problemlerini tanımlama yeteneği, problem ya da ihtiyaçların tanımlanması aşaması ile yeniden tasarlama aşamasında yer almaktadır. Bu nedenle bir tasarım süresince grupların STEM problemlerini belirleme yeteneği sergileme her davranış için tekrar sayısı minimum ikidir. Buna göre grupların tasarım görevlerine göre SOY STEM problemlerini tanımlama yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.19'da gösterilmiştir.

Tablo 4.19. *STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Davranış Gözlemleri*

Grup 1-2-3-4					
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	T1	T2	T3	
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	KE	KE-E	E-E	
	Problem veya sorunlara cevaplar arama	E	E-E	E-E	
	Gerekli bilgileri toplama	E	E-G	E-E	
	Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme	H	KE-G	E-E	
	Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme	KE	E-E	E-E	
Toplam		2E-2KE-1H	6E-2KE-2G	10 E	

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

Tablo 4.19'da görüldüğü üzere öğrenciler Tasarım 1 süreci boyunca STEM problemlerini tanımlama yeteneği davranışlarını iki kere tam, iki kere kısmen sergileyebilmiştir. Tasarım 2'de altı kere tam, iki kere kısmen; Tasarım 3'te ise tamamını sergiledikleri görülmektedir. Tasarım 1'den Tasarım 3'e doğru süreç ilerledikçe grupların STEM problemlerini tanımlama yeteneği davranışlarını sergileyebildikleri görülmektedir. T1'de gruplara senaryoyu okuduktan sonra senaryo ve aldıkları biyoçeşitlilik eğitimi

kapsamında sorgulama tablolarını grupça doldurmaları istenmiş, öğrencilere “*Nisa ve dedesine yardım etmek isteyen arkadaşlarının tasarımı nasıl yapmaları gerektiğini hayal edin*” uyarısı yapılmıştır. Problemin tanımlanması, kriter ve sınırlamaların belirlenmesi, ihtiyaç ve hedeflerin belirlenmesi ve tanımlanması bölümlerinde öğrencilerin sorgulama tablolarını doğru açıklayabilmeleri için ‘Metin hangi konudan bahsediyor?’, ‘Tohum kutusu ile ilgili hangi özellikler isteniyor?’, ‘Sınırlamalar nelermiş?’, ‘Buna göre ihtiyaçlarımız neler olabilir?’, ‘Nelere ihtiyacımız olacak’ gibi sorularla öğrenci fikirlerini açmak, yorum yapmaları sağlamak ve tartışma ortamı yaratabilmeleri için öğretmen desteği verilmiştir. Ayrıca gruplara “*Problemin tanımlanması soruları metne göre yapılacak?*” uyarısında bulunulmuş ve süreci daha kolay ilerletebilmeleri için hayal etmeleri hatırlatmaları yapılmıştır. T2’de gruplar için, STEM problemlerini tanımlama yeteneği açısından gözlemci notları şu şekilde yer almıştır.

Öğrenciler giriş etkinlikleri ve tasarım görevi 1’den deneyim kazandılar. Senaryo okuması biten gruplar problemin ya da ihtiyacın tanımlanması aşaması için sorgulama tablolarını grup içinde konuşarak doldurmaya başladılar. STEM problemlerini tanımlama yeteneğinde yer alan “Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme” ve “Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme” davranışlarını sergilerken öğretmen açıklamalarına ve desteğine ihtiyaç duyuyorlar. (18.03.2023)

Tablo ve gözlemci notlarından yola çıkarak T2’de gruplar zaman zaman öğretmen desteği alsalar da tanımlama yeteneğini yerine getirmek için çabalamakta olduklarını söylemek mümkündür.

T3’te gruplar sorgulama tablosunu grupça doldururken ‘*Arı otelini havada asılı yapsak daha korunaklı olabilir?*’ gibi probleme cevaplar arama davranışına yönelik fikirler üretmeye başladıkları gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında T3 STEM problemlerini tanımlama yeteneği ile ilgili şekilde görüş bildirebilmeleri bilgisayar oyunlarına aşina olmalarından dolayı olabileceği düşünülmektedir.

Öğrenciler 3. tasarımda sorgulama tablosu doldurmada soru sormadan öğretmen desteği almadan grupça tartışarak kolaylıkla doldurabiliyorlar.”, “Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları, hedefleri ayrı ayrı belirleyebildiler. Neleri nasıl yapabileceklerini tartıştılar. Uygun tasarımı nasıl yapabileceklerini konuşmaya başladılar. Sadece bir grup ne yapacağını tekrar hatırlamak için öğretmenin teyit etmesini istedi. (29.05.2023)

Bu durum öğrencilerin T3’te STEM problemlerini tanımlama yeteneğini yerine getirebildiklerini göstermektedir. T1’den T3’e doğru ilerledikçe gözlem tabloları, öğrenci ifadeleri ve gözlemci notları ışığında eğitim sürecinin grupların STEM problemlerini tanımlama yeteneği davranışlarının geliştiğini söylemek mümkündür.

SOY’un ikinci tanımlanan yeteneği yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneğidir. Mühendislik tasarım sürecinde geliştirilmesi muhtemel SOY yetenekleri uyum tablosuna

(Ek 15) göre yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği, problem ya da ihtiyaçların araştırılması aşaması ile yeniden tasarlama aşamasında yer almaktadır. Bu nedenle bir tasarım süresince grupların bu yeteneğe bağlı davranışları tekrarlama sayısı minimum ikidir. Buna göre grupların tasarım görevlerine göre yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri aşağıdaki Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. *Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği Davranış Gözlemleri*

Grup 1-2-3				
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	T1	T2	T3
Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme	H	KE-G	E-G
	Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma	H	G-G	KE-G
	Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma	H	KE-G	E-G
	Konu hakkında farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı şekilde bütünleştirme	H	KE-G	E-G
Toplam		4H	3KE-5G	3E-1KE-4G
Grup 4				
	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme	KE	KE-G	E-G
	Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma	H	G-G	KE-G
	Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma	KE	KE-G	E-G
	Konu hakkında farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı şekilde bütünleştirme	KE	KE-G	E-G
Toplam		3KE-1H	3KE-5G	3E-1KE-4G

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

**T1’de gruplar tasarım görevleri bitiminde yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirttikleri için tohum kutusu ile ilgili revizyon yapılmamıştır.

Tablo 4.20’de görüldüğü üzere Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 öğrencileri Tasarım 1 süreci boyunca yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği davranışlarını belirlenen davranışlar kapsamında sergileyememişlerdir. Tasarım 1 boyunca Grup 4 öğrencileri ise yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği belirlenen davranışlar açısından üçünü kısmen sergiledikleri, birini sergileyemedikleri görülmektedir. Araştırmacı gözleme ek notlar bölümünde aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir.

Tüm gruplar araştırma yapmaya istekli fakat gruplar araştırma yaparlarken modüldeki sorgulama tablolarında yer alan soruların birebir aynısını yazarak araştırma yapmaya çalışıyorlar. Anahtar kelimeyi belirlemede zorlanıyorlar. Anahtar kelimeyi arama motoruna yazıp kaynak site sayfasını açmadan, arama motoru üzerinde açılan sayfadan ulaştıkları bilgileri aynen yazmaya çalışıyorlar. (18.02.2023)

Etkinlik sırasında öğrenciler sorgulama tablosundaki soruyu arama motoruna direk yazarak “*Öğretmenim bu sorunun cevabı burda yok, bulamıyoruz.*”, “*Öğretmenim bu bilgiyi aramak için ne yazmalıyız?*” şeklinde cümleler kullandığına şahit olunmuştur. Öğrenciler Tasarım 1 sürecinde doğru araştırmanın nasıl yapılacağı, anahtar kelime seçimi konusunda zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle Tasarım 1 sürecinin başlarında öğrencilere ‘*Nasıl araştırma yapılır?*’ konulu eğitim verilmiştir. Grupların Tasarım 1’den Tasarım 3 sürecine doğru ilerledikçe kaynak site içerisine girerek bilgileri yazma, birkaç kaynak siteden bilgileri derleyip toplayıp kendi cümleleriyle ifade etme veya topladıkları bilgileri grup içinde karar vererek düzenleme şeklinde davranış değişimleri gösterdikleri gözlemlenmiştir. Araştırmacı bu durumu gözlemler sırasında “*Öğrenciler T2 ile beraber araştırma yaparken 1-2 kaynak site içinde okuma yaparak yazmaya çalışmaktadırlar.*” Yine araştırma yeteneği ile ilgili Tasarım 3 için “*T3 ile beraber farklı kaynak sitelere girme, okuma, grupça ortak ifadeler oluşturup yazmaya çalışmalar başladı.*” şeklinde ifade ettiği görülmektedir. Öğrenciler araştırma konusunda yeterli düzeyde bilgili olmasalar da istekli oldukları gözlemlenmiş, gözlemler sırasında Grup 3 ve Grup 4 öğrencileri arasında araştırmaları teknolojik araçlar üzerinden yapma konularında “*Bu konuyu ben araştırmak istiyorum*” şeklinde uyuşmazlıklar yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu verilerden yola çıkarak uygulanan eğitim sürecinin öğrencilerde yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneğinin gelişmesine destek olduğunu söylemek mümkündür. Fakat dikkat çeken bir nokta mühendislik tasarım sürecinin yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerin yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneğine ihtiyaç duymadan revizyonlarını yapmaya çalışmaları olmuştur. Ayrıca gruplar T1’den T3’e kadar problemin ve ihtiyaçların araştırılması aşamasında SOY’un yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği davranışlarından mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma tam olarak sergilendiği gözlemlenmemiştir. Araştırmacı bu durumu aşağıdaki ifadelerle belirtmiş olup öğretmen desteği ile gerçekleştirmeleri sağlanmaya çalışıldığı ifade edilmiştir.

Öğrenciler bilgi kaynaklarının güvenli olup olmadığına ya da bilimsel olup olmadığını tam olarak ayırtedemedikleri için Tarım Orman Bakanlığı gibi ilgili bakanlık sayfalarına, Bilim Teknik gibi dergilerden, Yaban Hayatını Koruma Derneği gibi canlılar için kurulmuş internet sitelerinden yararlanabilirsiniz şeklinde yönlendirme yapıldı. (18.02.2023)

Tüm gruplarda bahsi geçen yetenek açısından hedeflenen düzeyde gelişim (güvenilir kaynakları, bilimsel kaynakları seçme gibi) olmasa da T1’den T3’e ilerledikçe öğrencilerde sergilenen davranışlarda artma görülmesinden dolayı yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneğinde gelişim olduğunu söylemek mümkündür.

SOY'un üçüncü tanımlanan yeteneği, STEM kavramlarını uygulama yeteneğidir. STEM kavramlarını uygulama yeteneği MTS ve SOY uyum tablosuna (Ek 15) göre olası çözümlerin geliştirilmesi, prototipin oluşturulması ve yeniden tasarlama aşamalarında yer almaktadır. Bu nedenle bir tasarım süreci boyunca bu yeteneğe bağlı davranışları grupların tekrarlama sayısı minimum üçtür. Buna göre grupların tasarım görevleri açısından STEM kavramlarını uygulama yeteneği içeren davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. *STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği Davranış Gözlemleri*

Grup 1-2-3-4		T1	T2	T3
STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler arama	H-KE	KE-E-E	E-E-E
	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler sunma	H-KE	KE-E-E	E-E-E
	STEM kavram ve becerileri bir gerçek yaşam problemine uygulama	H-KE	E-E-E	E-E-E
Toplam		3KE-3H	7E-2KE	9E

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

**T1'de gruplar tasarım görevleri bitiminde yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirttikleri için tohum kutusu ile ilgili revizyon yapılmamıştır.

Tablo 4.21'e göre gruplar T1 süreci boyunca STEM kavramlarını uygulama yeteneği için belirlenen davranışları olası çözümler geliştirme aşamasında sergilemedikleri ve prototip oluşturma aşamasında kısmen sergiledikleri görülmektedir. T1 gözlemci notlarında bu durumu aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.

Öğrencilerin daha önce deneyimledikleri durumlar olmadığı için bu kısımlarda öğretmen desteğine daha fazla ihtiyaç duyuldu. Dolayısıyla birden çok disiplini aynı anda düşünme gerçekleşmiyor. ve Her davranış için öğretmen desteği geçerli. Prototip oluşturma sırasında tartışmalar az, sınırlı, fikirler az, bir-iki fikir üretme ve birini uygulama olarak ilerliyor. (25.02.2023)

T2'de STEM kavramlarını uygulama yeteneği davranışlarını yedi kere tam sergiledikleri, iki kere kısmen sergiledikleri gözlemlenmiştir. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında "Kuş evi için 2 kutuyu birleştirirsek hem uygun ölçüleri yakalayabiliriz hem de kekliğe uygun ev yapmış oluruz" şeklinde fikir üretmeleri birden çok disiplini dikkate almaya çalıştıklarını kanıtlamaktadır. Aynı şekilde gözlemci notlarında "Seçtikleri nesli tükenme tehlikesi altında olan kuşun özelliklerine göre bir ev tasarlamayı planlıyorlar. Planlama sırasında fen, matematik ve mühendislik alanlarını bir arada düşünmeye çalışıyorlar." şeklinde ifade edildiği tespit edilmiştir. T2'de prototip oluşturma sırasında "Öğretmenim kamuflajı estetiğe mi dahil edeceğiz? Yoksa korunaklılığa da girer mi?" şeklinde soru sormaları birden çok disiplini ve kriteri aynı

anda dikkate almaya çalıştıklarını göstermektedir. *“Bu kutuları birleştiresek (kutuların kenar uzunluklarını cetvelle ölçerek) karatavuk buraya sığar.”* yorumunda bulunarak STEM kavram ve becerilerini gerçek bir yaşam problemine uygulamaya çalıştıkları söylenebilir. Yeniden tasarlama aşamasında bir grup tasarımı yosunla kaplama kararı aldıktan sonra *“Yosunla tasarımın korunaklılığını, estetiğini ve yalıtımını artırmayı sağlamış olduklarını belirtmelerini öğrencilerin çoklu ve bütüncül düşündüğünü göstermektedir. Yosunu başta silikon ile yapıştırmayı planladılar, fakat çok sağlıklı bir çözüm olmadığını farkettilerinde streç filme ile desteklediler.”* şeklinde gözlemci notlarında belirtmiştir. Aynı şekilde tasarımı yeşil kartonla kaplamayı düşünerek doğal bir görünüm vermeye çalıştıkları görülmüştür.

T3'te ise STEM kavramlarını uygulama yeteneği için belirlenen davranışları tamamını kendi seviyeleri doğrultusunda sergiledikleri görülmektedir. T3 olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında aşağıdaki gibi düşüncelerini paylaşımları birden çok disiplini aynı anda düşünmeye çalışarak çözümler aradıklarını göstermektedir.

Estetiği en sona bırakırsak diğer kriterleri daha güzel yapabiliriz. Önce diğer kriterleri yerine getirmeliyiz. (Grup 1),

Arıların sevdiği kokulardan parfüm yaparsak arıların yuva olarak benimsemesini sağlayabiliriz. (Grup 3),

Talaş tozu, ağaç dalları yaprakları koyarsak doğal ortam oluşturabiliriz, ben getirebilirim. (Grup 2),

Birkaç küçük kutuyu üst üste koyarsak arı otelimiz hem çok katlı olur hem de kovan ebatlarına uygun olmuş olur. (Grup 4)

Prototip oluşturma aşamasında gözlemci notlarında *“Arı oteli için alınan kutuların alan ve hacimleri hesaplanmaya çalışıldı. Kovan ebatına yaklaşım yaklaşmadığı tartışıldı, kovan ebatına uygun olmayan tasarımlara eklemeler yapıldı.”*, *“Bir sonraki ders için evden ince çubuk parçaları, yapraklar, dallar getirebileceklerini belirttiler.”* şeklinde gözlemlere yer verilmiştir.

Yeniden tasarlama aşamasında T3'te gruplar disiplinler açısından ihtiyaçları olacak olan malzeme analizleri yaptıkları ve çözümlere yönelik fikirler sundukları gözlemlenmiştir. Ders gözlem ve diyaloglarından yola çıkarak yukarıdaki tablonun doğrultusunda grupların STEM kavramlarını uygulama yeteneği davranışlarının T1'den T3'e doğru bir gelişim gösterdiği görülmektedir.

SOY'un dördüncü tanımlanan yeteneği, STEM'i kullanarak problem çözme yeteneğidir. STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği MTS-SOY uyum tablosuna (Ek 15) göre problemin ya da ihtiyaçların tanımlanması, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve yeniden tasarlama aşamalarında yer almaktadır. Bu nedenle bir tasarım süreci boyunca bu

yeteneğe bağlı davranışları grupların tekrarlama sayısı minimum beştir. Buna göre grupların tasarım görevleri açısından STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. *STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği Davranış Gözlemleri*

Grup 1-2-3-4		T1	T2	T3
STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği	Disiplin alanlarına göre gerekli araçların belirlenmesi	KE-KE-KE-KE	KE-E-E-E-E	E-E-E-E-E
	Disiplin alanlarına göre gerekli süreçlerin belirlenmesi	KE-H-H-KE	KE-E-E-E-E	E-E-E-E-E
	STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma	KE- KE- KE-KE	KE-E-E--E -E	E-E-E-E-E
Toplam		10KE-2H	12 E-3 KE	15E

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

**T1'de gruplar tasarım görevleri bitiminde yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirttikleri için tohum kutusu ile ilgili revizyon yapılmamıştır.

Tablo 4.22'de göre grupların tasarım görevlerinde STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği davranışlarını gösterme durumları T1'de 10 *Kısmen Evet (KE)*, 2 *Hayır (H)* şeklinde yapılan kodlama, T2'de 12 *Evet (E)*, üç *Kısmen Evet* şeklinde, T3'te ise 15 *Evet* olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir. T1'den T3'e doğru ilerledikçe yetenek içerisinde yer alan davranışları grupça kendi kontrollerinde tam olarak sergilediklerini söylemek mümkündür.

T1'de problemin ve ihtiyacın tanımlanması aşamasında öğretmen desteği ile hangi disiplinlerde hangi bilgilere ihtiyaç duyulabileceği 'Bu tasarım açısından bu disiplin alanında neyi bilmemiz gerekir? Neleri bilmiyorsak bu tasarımı yapamayız? Mühendislik açısından neyi öğrenmeye ihtiyaç duyarsınız?' gibi sorularla öğrenci fikirleri açılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin disiplinlere göre ihtiyaçları, hedefleri ayırmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında malzemeler tek tek gruplara dağıtılırken 'Acaba bu malzeme tasarımın neresinde kullanılabilir? Hangi disiplin alanı ile ilgili olabilir? Nerde işinize yarayabilir?' şeklinde sorular sorularak, her grubun kendi için tartışarak modülü doldurmaları sağlanmış ve öğretmen desteği ile kısmen gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Gruplar en iyi çözümün seçilmesi aşamasında da öğretmen desteğine ihtiyaç duymuşlar, disiplin alanlarına göre süreçlerin belirlenmesi davranışının gözlemlenemediği görülmüştür. Diğer davranışlar ise kısmen gözlemlenebilmiştir. Bazı gruplar prototip oluşturma aşamasında disiplin alanları açısından çözüm arama, sunma, karar verme ve gerçek hayatla bağdaştırma davranışlarında görselliği ön plana aldıkları için diğer kriterleri sağlama açısından zorlandıkları gözlemlenmiştir.

T2’de Problem ve ihtiyaçların tanımlanması aşamasında öğrencilerin kuş evi için *“Tilkilerin yuvaya ulaşamaması lazım.”* şeklinde yorum yapmaları fen bilimleri ile mühendisliği bir arada düşündüklerini göstermektedir. Aynı şekilde *“Geçen tasarımda estetiği önemsedik bu tasarımda en sona bırakalım.”* (Grup 2) şeklinde yorum yapmaları STEM disiplinleri açısından araç, süreç, alan bilgisi, beceri, yöntem ve teknikleri düşünmeye çalıştıklarının göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında *“Özellikle seçtiğimiz kuşlarla ilgili bilgilere bakarak, yuva ebatlarına bakarak planlamalıyız.”* (Grup 4) şeklinde kararlar aldıkları gözlemlenmiştir. Gruplar en iyi çözümün seçilmesi aşamasında da öğretmen desteğine ihtiyaç duymuşlar, disiplin alanlarına göre süreçlerin belirlenmesi davranışının gözlemlenemediği tespit edilmiştir. Diğer davranışlar ise kısmen gözlemlenebilmiştir. Yeniden tasarlama aşamasında gözlemci notları STEM’i kullanarak problem çözme yeteneği davranışları ile ilgili *“Karton, yeşil el işi kağıdı, streç film, cetvel, bant, silikon tabancası, silikon araç-gereç ve malzemelerini belirlemeleri, evden yosun getirmeleri araçların belirlenmesi açısından kanıt oluşturmaktadır.”* şeklinde ifade edilmiştir.

T3 diyaloglarında ise problem ve ihtiyacın belirlenmesi aşamasında gözlemci notlarında *“Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları, hedefleri ayrı ayrı belirlediler.”* ve *“Öğrenciler 3. tasarımda sorgulama tablosu doldurmada soru sormadan öğretmen desteği almadan kolaylıkla doldurabiliyorlar.”* ifadelerine yer verilmiştir. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında *“Bu kutuları seçersek, çok katlı ebatları uygun bir tasarım üretebiliriz.”* (Bir iki öğrenci kutuları birleştirme şeklini denemektedir.), *“Arı otelinin ebat uzunluklarını da dikkate almalıyız.”* (Bu sırada bir iki öğrenci kutuların ölçülerini almaktadır.), gözlem ifadeleri seçecek oldukları kutulara karar verirken düşünülen kat sayısı, arılar için uygunluğu ve kovan ebatını dikkate alarak seçimler yapmaları fen, mühendislik ve matematik alanlarını dikkate aldıklarını göstermektedir. *“Önce silikonlarla yapıştıralım, kaplamaları yaptıktan sonra streç film ile saralım.”* (Grup 2), başka bir grupta *“Önce içini pamukla kaplayalım yalıtım için, sonra siyah karton, üstüne streç film ile saralım dayanıklı olsun”* (Grup 3) şeklindeki diyaloglar olası çözümlerini sıralamaya alarak süreci ve süreçte kullanacakları bilgi, beceri ve yöntemleri belirledikleri görülmektedir. Gruplar en iyi çözümün seçilmesi aşamasında da öğretmen desteğine ihtiyaç duymadan gerçekleştirebilmişler ve tüm davranışları sergileyebilmişlerdir. Prototip oluşturma aşamasında gruplar için gözlem notlarında *“Prototip oluşturma sonunda arı otellerine arıları çekebilmek için polen, arı keki, katı ve sıvı çiçek kokuları yerleştirildi. Maliyet hesaplamaları yapıldı.”* şeklinde gözlem notlarına yer verilmiştir. Yeniden

tasarlama aşamasında “*Bant, Silikon tabancası, maket bıçağı, cetvel gibi malzeme, araç-gereçler belirlenmiş, hesaplamalar, denemeler, kesilecek karton parçasının ölçülerini belirleme, test etme ve kesme gibi bilgi, beceri yöntem ve tekniklere karar verilmiş uygulanmıştır.*” ifadeleri yer almaktadır. Ders gözlem ve diyaloglarından yola çıkarak yukarıdaki tablonun doğrultusunda STEM’i kullanarak problem çözme yeteneği davranışlarının T1’den T3’e doğru olumlu yönde bir gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür.

SOY’un beşinci tanımlanan yeteneği, STEM’i kullanarak karar verme yeteneğidir. STEM’i kullanarak karar verme yeteneği MTS-SOY uyum tablosuna (Ek 15) göre en iyi çözümün geliştirilmesi, prototipin oluşturulması, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve yeniden tasarlama aşamalarında yer almaktadır. Bu nedenle bir tasarım süreci boyunca bu yeteneğe bağlı davranışları grupların tekrarlama sayısı minimum dördür. Buna göre grupların tasarım görevleri açısından STEM’i kullanarak karar verme yeteneği davranışlarını gösterme düzeyleri gözlemlerle tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin STEM’i kullanarak karar verme yeteneği davranışlarını sergileme düzeyleri Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.23. *STEM’i Kullanarak Karar Verme Yeteneği Davranış Gözlemleri*

Grup 1-2-3-4		T1	T2	T3
STEM’i	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri	G-KE-KE	E-E-E-E	E-E-E-E
Kullanarak Karar	kullanarak konuları tanımlama			
Verme Yeteneği	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri	KE-KE-KE	E-E-E-E	E-E-E-E
	kullanarak konulara yorum yapma			
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri	KE-KE-KE	KE-E-E-E	E-E-E-E
	kullanarak karar verme			
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri	G-KE-KE	G-E-E-E	G-E-E-E
	kullanarak uygulama yapma.			
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri	KE-KE-KE	G-E-E-E	E-E-E-E
	kullanarak önerilerde bulunma.			
Toplam		13KE-2G	17E-1KE-2G	19E-1G

*Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.

**T1’de gruplar tasarım görevleri bitiminde yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirttikleri için tohum kutusu ile ilgili revizyon yapılmamıştır.

Tablo 4.23’de görüldüğü üzere grupların Tasarım 1 süreci boyunca STEM’i kullanarak karar verme yeteneği davranışlarını belirlenen davranışlar kapsamında kısmen sergileyebilmişlerdir. T1 en iyi çözümün seçilmesi aşamasında, STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konuları tanımlama ve STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama yapma davranışları gözlemci tarafından net olarak gözlemlenememiştir.

Araştırmacı T1 en iyi çözümlerin seçilmesi aşamasında gözleme ek notlar bölümünde aşağıdaki şekilde belirtmiştir.

Birbirlerinin sunduğu kriter çözümleri ile ilgili yorum yapma, karar alma, önerilerde bulunma kısmen gerçekleşiyor. Hem öğrenciler süreci ilk defa deneyimlediği için, hem de tek bir fikir ortaya koyma ve uygulamaya daha yatkın durumda oldukları görülmektedir. Farklı fikirler, içinden en iyisini seçme konusunda çok alışık olmadıkları için zorlanıyorlar. (25.02.2023)

Bu durumda araştırmacı ara hatırlatmalarla bir konuda farklı açılardan düşüncelerini ve birden fazla fikir üretmelerini içinden en mantıklı olan bir tanesini seçmeleri gerektiği konusunda hatırlatmalarda bulunmuştur. Prototip oluşturma aşaması gözlemci notlarında ise “Prototip oluşturma sırasında tartışmalar az, düşük seviyede, fikirler sınırlı, bir veya iki fikirden birini uygulama şeklinde ilerliyor. Ara ara uyarılar yapılıyor” şeklinde yer almaktadır. “Öğretmenim gerekçe bölümüne ne yazacağız?”, “Öğretmenim test şekline ne yazmamız gerekiyor?” gibi çözümün test şeklinin karar verilmesinde, gerekçelendirme ve kriterlerin disiplinlerle bağlantılarını farketmede, düzenleme gerekip gerekmediğine dair yorumlar yapmakta karar vermekte zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Tasarım 2’de grupların STEM’i kullanarak karar verme yeteneği kapsamında 17 davranışı tam olarak, 1 davranışı kısmen gerçekleştirebildikleri, 2 davranışı ise hiç gerçekleştirmedikleri tespit edilmiştir. Gözlemci notlarına göre en iyi çözümün seçilmesi aşamasında kriter çözümlerini açıklama, çözüme katkısını yorumlama, olumlu olup olmadığına karar verme davranışlarını sergiledikleri gözlemlenmiştir. Prototip oluşturma aşamasında gruplar malzemeleri kullanma sıralamasına karar verdikleri, kriterler açısından değerlendirerek yorumlar yaptıkları gözlemlenmiştir. Bu konuda öğrenci diyaloglarından bir kesit aşağıdaki gibidir.

Öğrenci 1: Yalıtım için pamuk yerleştirelim.

Öğrenci 2: Saman da ekleyelim içine kuşlar rahat etsin.

Öğrenci 3: Bunları yaptıktan sonra yeşil fon kartonu ve streç filmle kaplayalım. Yağmura karşı dayanıklı ve doğal olur.

Öğrenci 4: En dışını odun parçaları ve yapraklar ile kaplayalım.

Öğrenci 5: Ben yavruluk ve yemlik bölümlerine başladım. (08.04.2023)

Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşamasında gözlem notlarında “gruplar tasarımlarının hacim değerlerini, tasarım maliyetlerini hesapladılar. Tasarım içi sıcaklıkları ölçtüler. Kuş evi dayanıklılık testi yaptılar ve nasıl yapabileceklerini tartıştılar.” şeklinde yaptıkları uygulamalara örnekler verilmiştir.

Yeniden tasarlama aşamasında gözlem notlarında eleştiri aldıkları bölümleri nasıl çözebileceklerini tartıştıkları belirtilmiştir. Öğrenciler arasında, şekilde STEM’i kullanarak karar verme yeteneği davranışlarını sergiledikleri gözlemlenmiştir.

Yosunlarla etrafını kaplayalım daha kamufler olsun. (Grup 1),

Çatıyı eğimli yapalım, yağmur suları kayıp gitsin, giremesin. (Grup 3)

Kartonu öncelikle elişi kağıdı ile kaplayalım, ondan sonra streç filme saralım ki yağmur yağdığında karton bozulmasın. En son bantla ve silikonla yapıştıralım. (Grup 4) (15.04.2023)

T3'te öğrenciler öğretmen desteği almadan kriterlere yönelik çözümleri ve test şeklini tanımlama, düzenleme gerekip gerekmediğini ve malzemelerin çözüme katkısını ve sonucu yorumlama, düzenlemenin nasıl olması gerektiğine karar verme, test etme ve eksiklikleri farketme davranışlarını sergiledikleri gözlemlenmiştir. Grupların T3 sürecinde STEM'i kullanarak karar verme yeteneği davranışlarını öğretmen desteği almadan sergileyebildikleri, gözlem tablo ve notlarına göre gelişim gösterdiği görülmektedir. Sadece en iyi çözümün geliştirilmesi aşamasında "STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama" davranışı gözlemlenememiştir. Bunun altında yatan sebeplerden biri ortam ve ihtiyacın oluşmaması olabileceği düşünülmektedir. Tüm gruplarda Tasarım 1'den Tasarım 3'e doğru ilerledikçe yeteneklerin kapsadığı davranışları öğrencilerde sergileme durumunda artma görülmesinden dolayı STEM'i kullanarak karar verme yeteneğinin geliştiğini söylemek mümkündür.

SOY'un altıncı tanımlanan yeteneği, STEM bilgilerini iletme yeteneğidir. STEM bilgilerini iletme yeteneği MTS-SOY uyum tablosuna (Ek 15) göre olası çözümlerin geliştirilmesi, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi, çözümlerin sunulması ve yeniden tasarlama aşamalarında yer almaktadır. Bu nedenle bir tasarım süreci boyunca bu yeteneğe bağlı davranışları grupların tekrarlama sayısı minimum dördür. Buna göre grupların tasarım görevleri açısından STEM bilgilerini iletme yeteneği davranışlarını gösterme düzeyleri Tablo 4.24'de verilmiştir.

Tablo 4.24. STEM Bilgilerini İletme Yeteneği Davranış Gözlemleri

Grup 1-2-4		T1	T2	T3
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	KE-KE-KE	E-E-E-E	E-E-E-E
	STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	KE-KE-KE	E-E-E-E	E-E-E-E
Toplam		6KE	8E	8E
Grup 3	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	KE-KE-KE	E-KE-E-E	E-E-E-E
	STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	KE-KE-KE	E-KE-E-E	E-E-E-E
Toplam		6KE	2KE-6E	8E

**Tabloda yer alan E: Evet, H: Hayır, KE: Kısmen Evet, G: Gözlemlenemedi durumlarına karşılık olarak kullanılmıştır.*

***T1'de gruplar tasarım görevleri bitiminde yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirttikleri için tohum kutusu ile ilgili revizyon yapılmamıştır.*

Tablo 4.24'e göre gruplar Tasarım 1 süreci boyunca STEM bilgilerini iletme yeteneği kapsamında belirlenen davranışları kısmen sergileyebilmişlerdir. T1'de tüm grupların davranışları sergileme durumları kısmen iken bu paralellik T2'de Grup 1, Grup 2

ve Grup 4'te tam olarak sergilenirken Grup 3, altı kez tam sergilenmiş, iki kez kısmen sergilenmiştir. T3'te ise tüm gruplar varolan davranışları tasarım sürecinde tam olarak sergilemişlerdir. Bu durum olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında T1'de gözlemci notlarına göre şeklinde ifade edilmiştir.

Öğrencilerin öğretmen desteği ile malzemenin tasarımın neresinde kullanılabileceği, yararının ne olacağı şeklinde sorgulamaları sağlandı. Her grubun grup içinde tartışarak verilen tabloyu doldurmaları istendiği belirtildi. Öğrencilerin öğretmen desteği ile maliyet hesaplaması yapmaları sağlandı. Öğrenciler olası çözümlerin geliştirilmesi sırasında yalıtımda alüminyum folyo ve pamuğun kullanım sırasını tartıştıkları gözlemlenmiştir. (04.03.2023)

Çözümlerin sunulması aşamasında gözlemci notlarında “Sunumu tasarım kriterleri açısından hangi kriteri nasıl sağlamaya çalıştıklarını anlatmaya çalıştılar. Arkadaşları aynı zamanda not alarak grupça bahsi geçen kriter açısından grubun sunumunu değerlendirdiler. Sonrasında bir sonraki kritere geçerek sunum ve değerlendirmeler devam etti.” şeklinde STEM bilgilerinin iletme yeteneği belirtilmiştir. Öğrencilere T1 sürecinde bilgilerin paylaşılması, birbirini dinleme, farklı fikirlere saygılı olma ve ortak kararlar alma konularında hatırlatmalar yapıldığı belirtilmiştir.

T2'de gözleme ek notlar kısmında olası çözümler aşamasında “Zaman zaman bazı gruplarda grup içi çatışmalar olsa da öğrencilerin grup içi işbirliği ve iletişimi güçlü birbirlerinin farklı fikirlerinin farkındalar, mantıklı gelen fikirleri yazma konusunda oylama yaparak, nedenini açıklamaya çalışıyorlar.” şeklinde belirtilmiştir. Kendi aralarında STEM bilgilerinin iletme yeteneği açısından aşağıdaki diyalog örnek olarak verilmiştir.

*Öğrenci 1: Tasarımın bu kısmı açılabilir, dayanıklılık puanımız düşebilir.
Öğrenci 2: (Elindeki kartonu göstererek) Şu şekilde uygun kesip yapıştırabiliriz.
Öğrenci 3: Dayanıklılık için alüminyum folyo, karton kullandık yaz.
Öğrenci 4: Su geçirip geçirmediğini test etmeliyiz. Estetik de ekleme gerek bence.*

Çözümlerin Sunulması aşamasında Tasarım 1 sunumundan farklı olarak grup sunumunu yaparken diğer gruplardaki öğrenciler söz alarak eleştirilerini yaptılar. Eleştiri diyaloglarından kesit aşağıdaki gibidir.

*Diyalog 1:
Öğrenci 1: Tasarımınızın arkasında pipet olmasa daha iyiydi, bir amacı var mı?
Öğrenci 2: Estetik olsun diye (Grup sözcüsü)
Öğrenci 1: Bence gerek yok.
Öğrenci 3: Kuş evinin çatının birleşim noktalarından su sızabilir, dayanıklılığı tehlikeye girer, bir çözümünüz var mı?
Öğrenci 2: Bantla kaplayabiliriz, şeklinde yanıt verildi.
Diyalog 2:
Öğrenci 1: Arkayı tek kat streç filmle kaplamışlar, yırtıcı kuşlar zarar verebilir.
Öğrenci 2: Yem ve su kaplarını kısaltmalısınız. Kuşlar nasıl eğilip suyu yemi alacak, kaplar derin.
Öğrenci 3: Tamam
Öğretmen: Yosun ile kaplayabilirdiniz. Hem yalıtımı, hem korunaklılığı hem de kamuflajı sağlardı.
Öğrenci 3: Tamam öğretmenim.*

Diyalog 3:

Öğrenci 1: Suyu neden kuş evinin içine koydunuz?

Öğrenci 2: Öyle yaptık (Grup Sözcüsü)

Öğrenci 1: Dökülürse ev bozulur. Bir de dışarda olursa yağmurlarla dolar, kuşlar içebilir.

Öğrenci 3: Yemlik ve suluklar çok büyük yavru kuşlar içerken içine kaçabilir. Daha küçük olmalı. Şeklinde diyaloglara şahit olunmuştur. (15.04.2023)

Tasarım 3’te gözlemci notlarına göre grupların STEM bilgilerini iletme yeteneğini grup içinde olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında “Aldıkları kutuları nasıl birleştirebileceklerini ve nasıl bir otel yapacaklarını tartıştılar. İşlemlerin öncelik sıralamasını planlamaya çalıştılar. Önce silikonla yapıştırılmalı sonra streç filmle sararız, şeklinde fikirler ürettiler. Uygun hacimli bir arı oteli yapabilmek için kutu denemeleri yaptılar” şeklinde belirtildiği görülmektedir.

Çözümlerin sunulması aşamasında sunum grubuna diğer gruplardan “Üst basamaklar boş kalmış, daha dolu olmalıydı.” (Grup 2) Eleştirisine karşılık sunum grubundan “Rulo kartonların arasını pamukla doldurabiliriz.” önerisi gelmiştir. Başka bir grup ise “Larva ve kraliçe arılar için yer yapmamışsınız, yapmalıydınız.” (Grup 3) eleştirisine yönelik grup “Unutmuşuz” şeklinde yanıt verilmiştir.

Başka bir grup sunumunda, grup sunum sırasında kendini eleştirerek sunum gerçekleştirdi. “Pamuk ekleyebilirdik, dağınık daha derli toplu olabilirdi.” (Grup 4) gibi öz eleştiriler yapılmış olup dinleyici gruplardan ise; “Çok aydınlık siyah kartonla kaplayabilirsiniz.” (Grup 2) “Rulo karton ve ağaç dalları ekleyebilirsiniz.” (Grup 1) eleştirileri yapılmıştır. Aynı şekilde diğer gruplarda da sunum yaparken benzer iletişime tanık olunmuştur. Örneğin, gruplar sunum sırasında kendilerini eleştirmişler ve gruplardan “yatay olabilirdi, daha büyük olabilirdi, haznelerin içleri çok dolu arıların yerleşmesi için yer kalmalıydı, çiçek ve bitki eklenirse doğal olabilir, daha karanlık olabilir” gibi grup eleştirilerini alma ve “estetikçe ekleme yapabiliriz, yanları kartonla kaplayabiliriz, siyah karton ekleyebiliriz” şeklinde çözüm sunma gerçekleşmiştir.

T1’de gruplar sadece olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında bir-iki fikir ortaya atıp o fikirleri uygulamaya çalışırken, çözümlerin test edilip değerlendirilmesinde grup içi tartışma ve yorumlar daha yüzeysel iken ve çözümlerin sunulması aşamasında gruplar sadece sunumlarını yapıp tasarımları eleştirme süreçleri yaşanmazken T2’te birden çok fikir üretme, grup tasarımlarını eleştirmeye dönüşmüştür. T3’te olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasından itibaren birden çok fikir üretme, fikirleri savunma, kabul ettirmeye çalışma; çözümlerin test edilip değerlendirilmesinde grubun eksiklikleri farketme ve düzeltmeye çalışma; çözümlerin sunulması aşamasında ise gruplar sunum yaparken diğer gruplarda gördüklerine göre kendilerini eleştirme, karşı tarafın eleştirilerini alma ve

anında çözümler sunmaya çalışma şekline dönüştüğü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak T1'den T2 ve T3'e doğru süreç ilerledikçe öğrencilerin STEM bilgilerini iletme yeteneği davranışlarında olumlu yönde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Giriş etkinliklerinden Tasarım 3'e kadar öğrencilerin genel olarak SOY yetenekleri açısından gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Gözlemler sırasında aynı zamanda öğrencilerde mühendislik tasarım süreci davranışları, oluşturulmuş olan mühendislik tasarım süreci yarı yapılandırılmış gözlem formuyla kayıt altına alınmıştır.

4.2.2. Tasarım Görevleri Açısından Mühendislik Tasarım Süreci Davranışlarını

Yansıtma Bulguları

Beşinci sınıf öğrencilerinin tasarım görevleri boyunca yarı yapılandırılmış gözlem formu ile gözlemlenen mühendislik tasarım süreci davranışlarına dair gelişim yansıtılmaya çalışılmıştır.

4.2.2.1. Tasarım görevi 1 (T1) süreci ile ilgili gözlem bulguları. Problem ve ihtiyacın tanımlanması aşamasında öğrencilerin senaryodaki ya da örnek olaydaki konuyu belirleme, senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi belirleme, senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi tanımlama, kriterleri belirleme ve sınırlamaları belirleme davranışlarını yerine getirebildikleri, disiplin alanlarına göre ihtiyaçları tanımlama ve tasarıma yönelik hedeflerin belirlenmesi davranışlarını sergilerken zorlandıkları, kısmen gerçekleştirebildikleri gözlemlenmiştir. Bu durum gözlemci notlarına "*Disiplinler açısından hedefleri ve ihtiyaçları belirleme konusunda zorlanmaktadırlar. Tasarımın neresinde işimize yarayacak olduğunu sorgulayan sorguları açıklamakta zorlanmaktadırlar. Bu noktalarda öğretmen desteği almaktadırlar.*" şeklinde ifade edilmiştir.

Problemin ve ihtiyacın araştırılması aşamasında öğrenciler, disiplinlere (fen bilimleri, matematik, teknoloji, mühendislik, görsel sanatlar ve ilgili diğer disiplinler) yönelik belirlenmiş ihtiyaçların araştırılması davranışlarını sergilerken mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması ve tasarım kriterleri çerçevesinde problemin çözümünde kullanılacak teknolojiler, teknikler ve yöntemler gibi değişkenlerin belirlenmesi davranışlarını sergilemede zorlandıkları gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında bu aşama ile ilgili, aşağıdaki ifadeler yer verilmiştir.

Tüm gruplar araştırma kısmında oldukça isteklilerdi. Zaman zaman bazı gruplarda araştırma yapma ile ilgili benmerkezci yaklaşımdan dolayı sorunlar çıkabiliyordu. Fakat öğrenciler nasıl

araştırma yapılacağı uygun aramanın nasıl yapılacağı, uygun anahtar kelimenin seçilmesi, konu ile ilgili hangi bilgi kaynaklarını tercih etmeleri ve araştırma verilerini düzenleme konusunda yeterince bilgili değillerdi. O nedenle öğrencilere bu konuda bilgilendirme ile desteklenmeye çalışıldı. (18.02.2023)

Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrencilerin kriterlere uygun çözümler üretmek, sınırlamalara uygun çözümler üretmek, malzemelerin gerekçeli açıklaması, çözümlerin maliyet açısından sınırlandırılması, çözümlerin zaman açısından sınırlandırılması, taslak çizimlerin yapılması, tasarımın nasıl çalıştığını ifade etmek için yeterli açıklamanın sunulması, öğrencilerin tasarım problemi çerçevesinde etkili iletişim kurma davranışlarını sergilemekte zorlandıkları, öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Olası çözümler geliştirme aşaması davranışlarını öğrenciler kısmen sergileyebilmişlerdir. Gözlemci notlarında bu durum, aşağıda aktarılmıştır.

Öğrenciler daha önce bu konuda bir deneyime sahip olmadıkları için bir konuda fikir üretmek, fikirler üretmek, yaratıcı fikirler üretmek zorlanırken kriter ve sınırlamaları dikkate alarak fikirler üretmek ve gerekçelerini sunmak onlar için zorlayıcı olduğu gözlemlenmiştir. Genelde tasarım kriteri ile bir fikir üretmek ve o fikri sorgulamadan tartışmadan yazmak şeklindeydi. Hatta bazı gruplar kriterlere çözümler sunma konusunda iş bölümü yapmıştı. Uyarılarla her bir kriter için hep beraber fikirler üretip not etmeleri istendi. Önce nasıl bir çözüm üretebileceğinizi düşünmeleri gerektiği, herkes bir fikir ortaya atmakla başlayabilecekleri, sonrasında gelen fikirleri ekleyebilecekleri, ifade edildi. (25.02.2023)

En iyi çözümün seçilmesi aşamasında öğrenciler, kriterlere en uygun çözüm önerisi sunma, sınırlamalara en uygun çözüm önerisi sunma, her bir çözüm için en uygun malzeme/malzemeleri seçme ve olası çözümlerin avantaj ve dezavantajların göz önünde bulundurularak karşılaştırılması davranışlarını kısmen sergileyebildikleri, zorlandıkları öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında, aşağıdaki gibi yer almıştır.

Birbirlerinin sunduğu kriter çözümleri ile ilgili yorum yapma, karşılaştırma, en uygun çözümü seçmede kararsız kaldıkları durumlar gerçekleşiyor. Hem öğrenciler süreci ilk defa deneyimliyor, hem de tek bir fikir ve onu uygulamaya daha yatkınlar. Farklı fikirler, içinden en iyisini seçme konusunda çok alışık olmadıkları için zorlanıyorlar. Belli aralıklarla hatırlatmalar, uyarılarla bu aşamada yapmaları gerekenler hatırlatılıyor. (25.02.2023)

Prototip oluşturulması aşamasında öğrenciler, olası çözümler tablosunda oluşturmuş oldukları malzemelerin gerekçeli açıklanması bölümünü dikkate alarak prototip oluşturma ve taslak çizimi dikkate alarak prototip oluşturma davranışlarını sergilemedikleri gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında “Prototip oluşturmaya kadar yapmış oldukları etkinlik, uygulama ve sorgulamaları, prototipten bağımsız olarak düşünmektedirler. O ana kadar yapılan her çalışmanın bir mühendisin çalışma notları gibi düşünüp dikkate almaları gerektiği hatırlatmasında bulunuldu. Fakat öğrenciler bu iki davranışı gerçekleştiremediler.” şeklinde belirtilmiştir. kriter dikkate alarak prototip oluşturma, sınırlamaları dikkate alarak prototip oluşturma ve belirlenen çözümü dikkate alarak

prototip oluşturma davranışlarını sergilemeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Gözlemci bu durumu “Seçtikleri çözümü, kriteri ve sınırlılıkları kısmen de olsa dikkate almaya çalışmışlardır. Örneğin malzeme kullanımlarında maliyeti ve ilgili kriteri, tasarımı oluştururken zamanı kontrol etmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir.” şeklinde belirtilmiştir. Ayrıca prototip oluşturma aşaması için notlarında “Prototip oluşturma sırasında tartışmalar az, düşük seviyede, fikirler az, bir-iki fikirden birini uygulama şeklinde ilerliyor. Bazı gruplar diğer kriterleri önemsemeden önce görseleğe çalışmaya başladılar. Diğer kriteri sağlamada zorlandılar. Yine bazı gruplarda uyum sorunu yaşanmaktadır.” ifade edilmiştir.

Çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında öğrenciler, prototip için tasarım problemine uygun bir test yöntemi belirleme, prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme, prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme, test sürecinde kriterleri göz önünde bulundurma, test sürecinde sınırlamaları göz önünde bulundurma ve analizden hareketle prototipin tasarım probleminin çözümüne uygun olup olmadığına karar verme davranışları göstermede zorlandıkları öğretmen desteği ile kısmen gerçekleştirebildikleri, “Elde edilen verileri uygun şekilde kaydetme veya görseleştirme” davranışını sergiledikleri gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında bu aşama ile ilgili, aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir.

Bu bölüm ilk tasarım olduğu ve öğrencilere zorlayıcı geldiği için öğretmen eşliğinde yapıldı. Gruplar kriterleri tabloya yerleştirdi. Kriterlerin test edilip değerlendirilmesi sırayla gruplar tarafından ifade edilmesi sağlandı. Tohum kutularının ağırlıkları ölçülüp kaydedildi ve 1kg sınırını aşmış aşmadıkları değerlendirildi. Öğretmen kontrolünde her bir malzemenin kullanılan miktarının değeri yazılıp toplam maliyet hesaplanarak 150 lira sınırının aşılıp aşılmadığı değerlendirildi. Tohum kutuları estetik açıdan değerlendirildi. Gruplar nesli tükenmek üzere olan tohumlara yer verme açısından kendilerini değerlendirdiler. (11.03.2023)

Çözümlerin sunulması aşamasında öğrenciler, kriterlere odaklı sunum yapma ve revizyon gereken bölümleri belirleme davranışlarını sergileyebilirken, grupların eleştirilerini alma ve grupların eleştirilerini yanıtlama davranışlarını sergileyemedikleri görülmüştür. Gözlemci notlarında bu durum, aşağıda belirtilmiştir. Herhangi bir eleştiri ve eleştirilere yanıt üretme durumlarından bahsedilmemiştir.

İlk sunumları olduğu için tedirgindiler. Sunumu tasarım kriterleri açısından hangi kriteri nasıl sağlamaya çalıştıklarını anlatmaya çalıştılar. Arkadaşları aynı zamanda not alarak grupça o kriter açısından grubun sunumunu değerlendirme tablosu üzerinden değerlendirdiler. Sonrasında bir sonraki kritere geçerek sunum ve değerlendirmeler devam etti. (11.03.2023)

Yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerde, belirlenen revizyonu tanımlama, belirlenen revizyonu araştırma, belirlenen revizyonu çözüm önerisi sunma, belirlenen

revizyonu çözümlene ve belirlenen revizyonu uygulama gözlemlenmemiştir. Gözlemci notlarında bu aşama ile ilgili aşağıdaki ifadelerle yer verilmiştir.

Gruplar yeniden tasarım için tasarımlarında eksik olmadığını yeterli olduğunu belirttiler. Yeniden tasarıma ihtiyaç duymadılar. Tasarımın bir bölümünü bir önceki hafta yaptıkları için eksikliklerini (tohum sayısı gibi) 1 hafta içinde tamamlamışlardı, araştırmacı da genel itibariyle şartlar, kriterler ve yapılanlar açısından bir mahsur görmedi. (18.03.2023)

Öğrencilerin süreçle ilgili ilk deneyimleri olmasından dolayı böyle bir durumun gerçekleşebileceği düşünülmektedir. Genel itibariyle mühendislik tasarım süreci davranışlarını grupların yerine getirebilme durumları değerlendirildiğinde ilk defa deneyimledikleri, oldukça zorlandıkları ve sürekli öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Fakat öğrencilerin yaş seviyesine göre daha ayrıntılı bir mühendislik tasarım süreci tercih edilmesine rağmen istekli olmaları ve süreç boyunca çaba göstermeleri olumlu izlenim yaratmaktadır.

4.2.2.2. Tasarım görevi 2 (T2) süreci ile ilgili gözlem bulguları. Problem ve ihtiyacın tanımlanması aşamasında öğrencilerin disiplinlere (fen bilimleri, matematik, teknoloji, mühendislik, görsel sanatlar ve ilgili diğer disiplinler) yönelik belirlenmiş ihtiyaçların araştırılması davranışlarını, mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması ve tasarım kriterleri çerçevesinde problemin çözümünde kullanılabilecek teknolojiler, teknikler ve yöntemler gibi değişkenlerin belirlenmesi davranışlarını sergiledikleri gözlemlenmiştir. Gözlemci bu aşama ile ilgili “*Öğrenciler giriş etkinlikleri ve tasarım görevi 1’den deneyimli oldukları için okuması biten gruplar problemin ya da ihtiyacın tanımlanması için sorgulama tablolarını doldurmaya başladılar.*” şeklinde gözlemini aktarmıştır.

Problemin ve ihtiyacın araştırılması aşamasında öğrenciler, disiplinlere (fen bilimleri, matematik, teknoloji, mühendislik, görsel sanatlar ve ilgili diğer disiplinler) yönelik belirlenmiş ihtiyaçların araştırılması davranışlarını sergilerken mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması ve tasarım kriterleri çerçevesinde problemin çözümünde kullanılabilecek teknolojiler, teknikler ve yöntemler gibi değişkenlerin belirlenmesi davranışlarını kısmen sergiledikleri gözlemlenmiştir. Gözlemci notlarında bu durum, aşağıda belirtilmiştir.

Araştırmanın nasıl yapılacağı 1. Tasarımda açıklandığı için öğrenciler daha bilinçli araştırma yapıyor fakat araştırma ihtiyacı duydukları konu, teknik, yöntemler konusunda öğretmen desteğine ihtiyaç duyuyorlar. Ayrıca tasarım1’de araştırma için soru cümlelerini aynen yazma, arama motoru üzerinde çıkan bilgiyi doğrudan yazma davranışı, anahtar kelime kullanma, arama motoru üzerinden çıkan bilgi kaynaklarından bir iki kaynaktan okuma ve sorulan soruya cevap verme şeklinde dönüşmeye başladı. (25.03.2023)

Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrencilerin kriterlere uygun çözümler üretme, sınırlamalara uygun çözümler üretme, malzemelerin gerekçeli açıklaması, çözümlerin maliyet açısından sınırlandırılması, çözümlerin zaman açısından sınırlandırılması, tasarımın nasıl çalıştığını ifade etmek için yeterli açıklamanın sunulması, öğrencilerin tasarım problemi çerçevesinde etkili iletişim kurmaları davranışlarını sergiledikleri, taslak çizimlerin yapılması davranışında zorlandıkları, öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Olası çözümler geliştirme aşaması davranışlarını öğrenciler Tasarım 1'e göre deneyim kazandıkları için daha iyi sergileyebildikleri gözlemlenmiştir. Gözlem notlarına göre aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir.

Malzemeler tüm gruplara aynı anda tek tek dağıtıldı. Verilen her malzemede grupça malzeme analizi ve malzeme ile ilgili tasarım çözümü bağlantısı kurmaları istendi. Tasarımın neresinde kullanılabilir? Ne işimize yarayabilir gibi sorular sorularak grup içinde tartışmaları sağlandı. Bazı gruplar malzemeleri aldıkları anda taraşımın neresinde kullanabilecekleri konusunda çözümler üretebilmek için denemelere, tartışmalara başladılar. (01.04.2023)

En iyi çözümün seçilmesi aşamasında öğrenciler, kriterlere en uygun çözüm önerisi sunma, sınırlamalara en uygun çözüm önerisi sunma, her bir çözüm için en uygun malzeme/malzemeleri seçme" davranışlarını sergilediklerini "olası çözümlerin avantaj ve dezavantajlar göz önünde bulundurularak karşılaştırılması davranışını kısmen sergileyebildikleri gözlemlenmiştir. Gözlem notlarında bu aşama ile ilgili aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir.

Tabloya kriterler beraber yazıldı. Her kriterle ilgili en uygun çözümü seçmeleri, malzemeleri seçmeleri yönerge halinde verildi. En iyi çözümler tablosunu gruplar hemen tasarıma geçmek istedikleri için yazarak doldurmak istemediler. Alınan bu notların tasarım ve yeniden tasarım bölümlerinde hatırlatma ve destek görevi göreceği belirtildi. Bir mühendisin planlamaları için kullandığı not defteri gibi düşünmeleri istendi. Kuş evinin ebatlarını sağlamaya çalışırken elinizdeki modül bilgilerine ihtiyacınız olabilir, uyarısında bulunuldu. (01.04.2023)

Öğrencilerin en iyi çözümün seçilmesi aşamasını verimli yerine getirmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Prototip oluşturma aşamasında öğrenciler, olası çözümler tablosunda oluşturmuş oldukları taslak çizimi dikkate alarak taslak çizimini dikkate alarak prototip oluşturma davranışlarını kısmen sergiledikleri gözlemlenmiştir. Malzeme analizlerini dikkate alarak prototip oluşturma, kriter dikkate alarak prototip oluşturma, sınırlamaları dikkate alarak prototip oluşturma ve belirlenen çözümü dikkate alarak prototip oluşturma davranışlarını sergileyebildikleri gözlemlenmiştir. Gözleme ek notlar bölümünde gözlemci bu aşama ile ilgili aşağıdaki gibi notlar alması öğrencilerin bu aşama davranışlarını genel olarak sergilediklerini göstermektedir.

Öğrencilerde bir uygulama ile iki-üç kriteri sağlamaya çalışma başladı. Gruplardan birinin 'Öğretmenim kamuflajı estetiğe mi dahil edeceğiz yoksa korunaklılığa da girer mi?' demesi kanıt olarak gösterilebilir. (08.04.2023)

Kriterleri uygulama sıralamasına almaya başladı bazı gruplar "Yalıtım için pamukla kaplama, sonra streç filme kaplarsak su geçirmez olur. Önce kamuflaj için fon kartonu ile kaplamalıyız sonra streç film yapalım yağmurda karton bozulmasın," şeklindeki ifadelerin yer alması kriterleri uygulamaya çalışırken sıralama yaptıklarının kanıtı olarak gösterilebilir. (08.04.2023)

İçini samanla doldurursak kuşlar rahat eder. En dışını odun parçaları ağaç yaprakları ile kaplarsak kamufler olur. Kuşlar için yuvaya yavruluk, yemlik, suluk ekleyelim." şeklinde öğrenci ifadeleri öğrencilerin kriterleri uygularken sıralama yaptığının, birkaç kriteri aynı anda düşünmeye çalıştıklarının ve ekstra özellikler ekleyerek tasarımın işlevselliğini artırmaya çalıştıklarını göstermektedir. (08.04.2023)

Çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında öğrenciler, test sürecinde kriterleri göz önünde bulundurma ve test sürecinde sınırlamaları göz önünde bulundurma davranışlarını gösterdikleri gözlemlenmiştir. Pprototip için tasarım problemine uygun bir test yöntemi belirleme, prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme, prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme davranışlarını kısmen gösterdikleri belirtilmiştir. Gözlem notlarında bu davranışlar için "Öğrencilerin bu aşamada en zorlandıkları çözümlerin test şeklini belirleme davranışları olmuş, ara ara 'Öğretmenim burada hangi test şeklini kullanmalıyız?' şeklinde sorular sorarak öğretmen desteği almışlardır." Analizden hareketle prototipin tasarım probleminin çözümüne uygun olup olmadığına karar verme ve elde edilen verileri uygun şekilde kaydetme veya görselleştirme davranışını Grup 3 hariç diğer grupların sergiledikleri Grup 3'ün bu konuda zorlandığı görülmüştür. Grup 3 genel olarak tüm eğitim süreci boyunca grup içi iletişim, görev paylaşımı, grupça hareket etme konularında zorlandıkları gözleme ek notlar bölümünde yer almaktadır. Ayrıca bu aşama ile ilgili gözlem notlarında aşağıdaki ifadelerle yer verilmiştir.

Çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi tablosuna sınıfça kriterler yazdırıldı. Nasıl doldurulacağı ile ilgili açıklama tekrarlandı. "Öğretmenim gerekçesine ne yazacağız?", "Öğretmenim test şekline ne yazacağız?", "Nasıl test edeceğiz?" şeklinde soran gruplar oldu. Tasarımın hacim değerlerini, tasarım maliyetlerini, uygun sıcaklıkları sağlayıp sağlamadığını kontrol ettiler. (15.04.2023)

Çözümlerin sunulması aşamasında öğrenciler, kriterlere odaklı sunum yapma, revizyon gereken bölümleri belirleme, grupların eleştirilerini alma ve grupların eleştirilerini yanıtlama davranışlarını sergileyebildiler. Bu aşama ile ilgili gözlemci "Grup kriter odaklı sunum yaparken diğer gruplar not alıp kriter açısından tasarımı değerlendirdiler. Tasarım 1 sunumundan farklı olarak grup sunumunu yaparken diğer gruplardaki öğrenciler söz alarak eleştirilerini yaptılar. Sunum grupları eleştirilere cevap verdiler." şeklinde ifade etmiştir. Çözümlerin sunulması aşaması ile ilgili bazı diyaloglar aşağıdaki gibidir.

Diyalog 1:

Öğrenci 1: Tasarımınızın arkasında pipet olmasa daha iyiydi, bir amacı var mı?

Öğrenci 2: Estetik olsun diye (Grup sözcüsü)

Öğrenci 1: Bence gerek yok.

Öğrenci 3: Kuş evinin çatının birleşim noktalarından su sızabilir, dayanıklılığı tehlikeye girer, bir çözümünüz var mı?

Öğrenci 2: Bantla kaplayabiliriz.

Diyalog 2:

Öğrenci 1: Arkayı tek kat streç filmle kaplamışlar, yırtıcı kuşlar zarar verebilir.

Öğrenci 2: Yem ve su kaplarını kısaltmalısınız. Kuşlar nasıl eğilip suyu, yemi alacak, kaplar derin.

Öğrenci 3: Tamam.

Öğretmen: Yosun ile kaplayabilirdiniz.

Öğrenci 4: Hem korunaklılığı hem de kamuflajı sağlardı.

Öğretmen: Yalıtımı da sağlar.

Diyalog 3:

Öğrenci 1: Suyu neden kuş evinin içine koydunuz?

Grup Öğrencisi: Öyle yaptık.

Öğrenci 1: Dökülürse ev bozulur. Bir de dışarda olursa yağmurlarla dolar, kuşlar içebilir.

Öğrenci 2: Yemlik ve suluklar çok büyük yavru kuşlar içerken içine kaçabilir. Daha küçük olmalı.

(15.04.2023)

Yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerde, belirlenen revizyonu tanımlama, belirlenen revizyonu çözüm önerisi sunma, belirlenen revizyonu çözümleme ve belirlenen revizyonu uygulama davranışları gözlemlenmiştir. Belirlenen revizyonu araştırma davranışı gözlemlenmemiştir. Gözlem notlarında aşağıdaki ifadeler yer verilmiştir.

Gruplar, çözümlerin sunulması aşamasında belirlenen noktalarla ilgili revizyonlarını yapmışlardır. Bunlar; alüminyum folyo yerine yeşil el işi kağıdı ile kaplama, yosunlar bantla tutmadığı için dıştan streçleme, yosunla tasarımın korunaklılığını, estetiğini ve yalıtımını artırma, kartonu elişi kağıdı ile kaplama, yağmur yağdığına karton bozulmasın diye streç filme sarma, silikonla yapıştırma, ön çatıyı eğimli yapma, yemlik, suluk bölümlerini küçültme ve tasarımın dışına ekleme vb. (15.04.2023)

Öğrencilerin Tasarım 2 süreci boyunca bazı davranışlar sergilemede zorlandıkları görülmüştür. Tasarım 1 sürecine göre öğrencilerin mühendislik tasarım süreci davranışları açısından daha iyi duruma geldiklerini söylemek mümkündür.

4.2.2.3. Tasarım görevi 3 (T3) süreci ile ilgili gözlem bulguları. Problem ve ihtiyacın tanımlanması aşamasında öğrencilerin ilgili aşama ile ilgili tüm davranışları sergileyebilmişlerdir. Gözlemci notlarına göre “Öğrenciler 3. tasarımda sorgulama tablosu doldurmada soru sormadan öğretmen desteği almadan kolaylıkla doldurabiliyorlar. Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları ve hedefleri belirleyebiliyorlar.” şeklinde ifade edilmiştir.

Problemin ve ihtiyacın araştırılması aşamasında öğrenciler, mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması davranışı hariç diğer davranışları tam olarak sergilemişlerdir. Mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması davranışına kısmen önemsemişlerdir. Gözlem notlarında aşağıdaki ifadeler yer verilmiştir.

Tasarım 2’de anahtar kelime kullanma, arama motoru üzerinden çıkan bilgi kaynaklarından bir iki kaynaktan okuma ve sorulan soruya cevap verme şeklinde olan araştırma davranışları birkaç siteden araştırma okudukları bilgileri grup içinde tartışarak uygun cümlelerle ifade etme şekline dönüşmüştür. Yapılmış çalışmalar tasarım görevleri başlangıcında uygulanan ders planları ve sunumlar sırasında öğrencilere verildiği için çok ihtiyaç duymadılar. (06.05.2023)

Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrencilerin kriterlere uygun çözümler üretme, sınırlamalara uygun çözümler üretme, malzemelerin gerekçeli açıklaması, çözümlerin maliyet açısından sınırlandırılması, çözümlerin zaman açısından sınırlandırılması, öğrencilerin tasarım problemi çerçevesinde etkili iletişim kurmaları davranışlarını sergiledikleri, tasarımın nasıl çalıştığını ifade etmek için yeterli açıklamanın sunulması ve taslak çizimlerin yapılması davranışını kısmen uyguladıkları gözlemlenmiştir. Biyoçeşitlilik tasarımlarında işleyen bir sistem olmadığı için bu davranış planlanan çözümlerin açıklanması şeklinde yorumlanmıştır. Taslak çizimlerin yapılması davranışında bazı gruplar farklı çizimler denemişler fakat mantıklarına uyan tek bir çizimi dikkate alarak bu aşamayı tamamlamışlardır. Tek bir tasarım taslağı üzerine yoğunlaştıkları için birden çok çizim çizip içinden en uyanı seçmedikleri için kısmen sergiledikleri ifade edilmiştir. Gözlem notlarında aşağıdaki ifadeler yer verilmiştir.

Aldıkları kutuları nasıl birleştirebileceklerini nasıl bir otel yapacaklarını tartışma, hacim uygunluğu kontrolleri ‘Bu kutuları seçersek, çok katlı ebatları uygun bir tasarım üretebiliriz.’ kriterleri dikkate alarak çözümler üretmeleri ‘Doğal olsun diye yeşil karton kullanalım. Gül suyu ile çiçek kokuları oluşturalım.’ işlem sırasına koymaları ‘Önce silikonlar yapıştıralım, sonra streç film ile saralım.- ‘Önce alüminyum folyo kaplayalım sonra renkli karton en son streç film yapalım.’ gibi ifadeler birkaç malzemeyi aynı kriteri sağlamak için kullanmayı düşünme ya da aynı malzeme ile birkaç kriteri sağladığını düşünebilmeleri birden çok kriteri, malzemeyi, çözümleri aynı anda düşündüklerini göstermektedir. (13.05.2023)

Olası çözümler geliştirme aşaması davranışlarını öğrenciler Tasarım 1 ve 2’ye göre deneyim kazandıkları için çok daha fazla fikir üretebildikleri, seçenekleri dikkate alabildikleri, daha iyi sergileyebildikleri gözlemlenmiştir. Eğitim süreci başında kriterlerle ilgili çözüm önerileri grup içinde bir-iki fikir üretilirken Tasarım 3’e doğru ilerledikçe aynı kriterle ilgili her öğrencinin birden fazla çözüm önerisi üretebildiği gözlemlenmiştir.

En iyi çözümün seçilmesi aşamasında öğrenciler, kriterlere en uygun çözüm önerisi sunma, sınırlamalara en uygun çözüm önerisi sunma, her bir çözüm için en uygun malzeme/malzemeleri seçme davranışlarını tam olarak sergileyebildikleri olası çözümlerin avantaj ve dezavantajlar göz önünde bulundurularak karşılaştırılması davranışını kısmen sergileyebildikleri gözlemlenmiştir. Gözlem ek notlarına göre “*Seçilen uygun çözümlerin uygulanma sırasına karar veriyorlar. Malzemelerin çözüme katkısını ve çözümün olumlu olumsuz yönlerini belirlediler.*” ifadesi kullanılmıştır.

Prototip oluşturulması aşamasında öğrenciler, olası çözümler tablosunda oluşturmuş oldukları taslak çizimi dikkate alarak taslak çizimini dikkate alarak prototip oluşturma davranışlarını kısmen sergiledikleri gözlemlenmiştir. Malzeme analizlerini dikkate alarak prototip oluşturma, kriter dikkate alarak prototip oluşturma, sınırlamaları dikkate alarak prototip oluşturma ve belirlenen çözümü dikkate alarak prototip oluşturma davranışlarını sergileyebildikleri gözlemlenmiştir. Gözleme ek notlar bölümünde gözlemci, aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir.

Arı oteli için alınan kutuların alan ve hacimleri hesaplanmaya çalışıldı. Planlanan arı otellerinin kovan ebatına yaklaşım yaklaşmadığı tartışıldı. Çalışmalar sırasında iş bölümü yapıldı. Prototip oluşturma sonuna arı otellerine arıları çekebilmek için polen, arı keki, katı ve sıvı çiçek kokuları yerleştirildi. Bir sonraki ders için evden ince çubuk parçaları, yapraklar, dallar getirebilecekleri belirtildi. Maliyet hesaplamaları yapıldı. (20.05.2023)

Çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında öğrenciler, test sürecinde kriterleri göz önünde bulundurma, test sürecinde sınırlamaları göz önünde bulundurma, analizden hareketle prototipin tasarım probleminin çözümüne uygun olup olmadığına karar verme ve elde edilen verileri uygun şekilde kaydetme veya görselleştirme davranışlarını gösterdikleri gözlemlenmiştir. Prototip için tasarım problemine uygun bir test yöntemi belirleme, prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme, prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme davranışlarını kısmen sergiledikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin test yöntemini belirleme konusunda birinci tasarım süreci kadar olmasa da öğretmen desteği olmadan tam olarak yapamadıkları özellikle önceki tasarımlardan farklı bir kriter olduğunda test yöntemini belirlemede zorlandıkları tespit edilmiştir. Fakat bu durumun öğrencilerle benzer çalışmalar yaptıkça daha iyi duruma geleceği düşünülmektedir.

Çözümlerin sunulması aşamasında öğrenciler, kriterlere odaklı sunum yapma, revizyon gereken bölümleri belirleme, grupların eleştirilerini alma ve grupların eleştirilerini yanıtlama davranışlarını sergileyebildiler. Bu aşama ile ilgili gözlemci, gözlem notlarında aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir.

Grup kriter odaklı sunum yaparken diğer gruplar not alıp kriter açısından tasarımı değerlendirdiler. Grup sunumunu yaparken diğer gruplardaki öğrenciler söz alarak eleştirilerini yaptılar. Sunum grupları eleştirilere cevap verdiler. Tasarım 2'den farklı olarak son tasarımda gruplar eleştiri alacakları noktaları sunarken önce kendileri eleştirdiği noktalarda öz eleştirilerini yaparak sunumlarını gerçekleştirdiler. (27.05.2023)

Arı oteli çözümlerin sunulması aşaması ile ilgili bazı diyaloglar aşağıdaki gibidir.

Diyalog 1:

Gruplar: Gruplardan üst basamaklar boş kalmış. Daha dolu olmalıydı.

Grup Sözcüsü: Rulo kartonların arasını pamukla doldurabiliriz.

Gruplar: Larvalar ve kraliçe arı için yer yapılması gerekirdi.

Diyalog 2:

Sunum Grubu: Pamuk ekleyebilirdik, dağınık daha derli toplu olabilirdi.

Gruplar: Çok aydınlık siyah kartonla kaplayabilirsiniz.

Gruplar: Rulo karton ve ağaç dalları ekleyebilirsiniz.

Diyalog 3:

Önce kendilerini eleştirdikleri noktaları belirttiler. Sonra grup eleştirilerini aldılar.

Sunum Grubu: Estetiği düzeltmek isterdik, daha iyi olabilirdi.

Grup 1: Arı oteliniz yatay olmalıydı.

Grup 2: Ruloların içi çok dolu arılar nasıl yerleşecek, azaltmalısınız.

Grup 3: Daha büyük olmalıydı eleştirileri geldi.

Diyalog 4:

Sunum Grubu: Tasarımın yanlarını kartonla kaplayabiliriz.

Grup 1: Ek olarak bitki ve çiçek konulabilir.

Grup 2: Daha karanlık yapılabilir.

Sunum Grubu: Boş kalan yerleri de siyah karton ekleyebiliriz. (27.05.2023)

Yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerde, belirlenen revizyonu tanımlama, belirlenen revizyonu çözüm önerisi sunma, belirlenen revizyonu çözümlenme ve belirlenen revizyonu uygulama davranışları tam olarak gözlemlenmiştir. Belirlenen revizyonu araştırm” davranışı gözlemlenmemiştir. Bu duruma etken tasarım görevleri başında yapılan bilgilendirme sunumları ve tasarım süreci içinde öğrencilerin yaptığı araştırmalar olabileceği düşünülmektedir. Gözlem notlarına göre “*Gruplar, çözümlerin sunulması aşamasında belirlenen noktalarla ilgili revizyonlarını yapmışlardır. Malzeme analizi yaptılar, revizyona yönelik fikirler sundular.*” şeklinde ifade edilmiştir.

Tasarım1’den Tasarım 3’e giden süreçte genel olarak öğrencilerin mühendislik tasarım süreci aşamalarına ait belirlenen davranışları gerçekleştirdikleri saptanmıştır. Yukarıda belirtilen durumlar haricinde öğrencilerde eğitim süreci başından sonuna kadar disiplin alanlarına göre problem, ihtiyaç ve hedef belirleme, araştırma yapma, fikirler üretme, test şekillerini belirleme, sunum yapma, grup içi iletişim, işbirliği becerilerinde gözle görünür değişimler olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum öğrencilerin STEM eğitiminin hedeflediği bütüncül bakış açısı, bilgi, beceri (problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği gibi) ve duyuş (motivasyon, tutum, istek gibi) özellikleri gibi birey özelliklerini geliştirdiğini söylemek mümkündür.

4.2.3. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Grup Fasikülleri Bulguları

Giriş Etkinlikleri, Tasarım 1 Görevi (Tohum Kutusu), Tasarım Görevi 2 (Kuş Evi) ve Tasarım Görevi 3 (Arı Oteli) bölümlerinden oluşan modül her öğrenci grubuna 1 adet olarak verilmiştir. Her bir bölümün başında bulunan hikaye veya senaryo bölümleri her öğrenciye ayrı ayrı okuma yapabilmeleri için dağıtılmıştır. Modül bölümlerine ilişkin etkinliklere öğrencilerin verdiği cevaplar, aldığı notlar grup bazında analiz edilmiştir. İlgili bölümlere ilişkin analiz bulguları aşağıdaki gibidir.

4.2.3.1. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü giriş etkinlikleri grup fasikülleri bulguları. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü içerisinde 14 etkinlikten oluşan giriş etkinlikleri, konu ile bağlantılı bir metin ile başlamaktadır. Devamında disiplin alanlarına göre problem ve ihtiyacı belirleme, araştırma yapma, biyoçeşitlilik sorgulama tabloları ve örnek etkinliklerle son bulmaktadır. Giriş etkinliklerinde ilk olarak verilen biyoçeşitlilik konusundaki metne bağlı olarak konuyu, problemi, kriter ve sınırlamaları belirlemeye dönük çalışmayla başlamaktadır. İlk etkinliğe dönük grupların etkinlik kağıtları analizleri Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.25. *Giriş Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği*

Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Problemin ve İhtivacların Tanımlanması	Konuyu belirleyebilmişler. Metnin gruptan beklentisi ifade edilmiş.	Konuyu belirleyebilmişler. Metnin gruptan beklentisi değil durumdan bahsedilmiş.	Konuyu belirleyebilmişler. Metnin gruptan beklentisi kısmen ifade edilmiş.	Konuyu belirleyebilmişler. Metnin gruptan beklentisi kısmen ifade edilmiş.
	Üç kriterden bahsedilmiş.	Kriter değil yapılması gerekenlerden bahsetmişler.	Üç kriterden bahsedilmiş.	4 kriteri olması belirtilmiş.
	Sınırlamalar belirtilememiş.	Sınırlamalar olarak maliyet, internet, hayal gücü olarak belirtilmiş.	Sınırlamalar olarak maliyet ve hava kirliliği belirtilmiş.	Sınırlamalar olarak malzeme, internet, fikir eksikliği olarak belirtilmiş.

Öğrenci grupları Problemin Tanımlanması etkinliğinde metinde bahsedilen konuyu belirleyebilmişlerdir. Metnin gruptan beklentisini Grup 1 ifade edebilirken Grup 3 ve Grup 4 kısmen ifade edebilmiş, Grup 2 ise beklenti değil durumu ifade etmiştir. Metnin hangi özelliklerde tasarım görevleri istediği sorusuna Grup 1 ve Grup 3 üç kriterden bahsederken, Grup 4 dört kriterden bahsetmiş, Grup 2 ise kriterden değil yapılması gerekenlerden bahsetmişlerdir. Yapılacak görevlerin sınırlamaları neler olabileceği ile ilgili soruda Grup 1 sınırlamadan bahsedememiş, Grup 2 “*maliyet ve hava kirliliği*” şeklinde 2 sınırlamadan bahsetmiştir. Grup 3 “*maliyet, internet ve hayal gücü*” şeklinde Grup 4 ise “*malzeme, internet ve fikir eksikliği*” şeklinde üçer sınırlamadan bahsettikleri görülmektedir. Genel olarak giriş etkinliklerinde “Problemin Tanımlanması” etkinliği incelendiğinde dört grup açısından çoğunlukla konuyu, problemi, kriter ve sınırlamaları ifade edebildikleri görülmektedir. Fakat tüm grupların tam olarak ifade edebildiklerini söylemek mümkün değildir.

Giriş etkinlikleri verilen biyoçeşitlilik konusundaki her bir disiplin açısından genel ihtiyaçların tanımlanmasına dönük bir etkinliktir. Tablo 4.26’da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.26. *Giriş Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği*

Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)	
Giriş Etkinlikleri Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	Daha çok ve özenli çalışmak. Daha çok test çözmek. İşe yarayacak bilgileri araştırmak.	Biyoçeşitliliği öğrenmeye	Biyoçeşitliliği ve canlılar dünyasını öğrenmeye	Biyoçeşitliliği ve canlılar dünyasını, laboratuvar iş güvenliği öğrenmeye
	Matematik Açısından	Matematikten test çözeriz, problem çözeriz. Alıştırmalar yaparız.	Bütün dört işlem	Ölçüm yapmayı öğrenmek.	Zor matematik problemlerini çözmek.
	Teknoloji Açısından	Araştırma yapmayı öğrenmek	İnternet aracılığı ile tablet telefondan araştırma yaparken	Bilgiye ulaşma, internet tablet, bilgisayar.	İnternet araştırması yapmak ve çözümler üretmek.
	Mühendislik Açısından	Mühendislik türleri ve ne iş yaptıklarını öğrenmek	Çalışma gücü, zihin ve bilime.	Mühendislik türlerini öğrenmeye	Fikir alış verişi yapmak.

Giriş bölümü “İhtiyaçların tanımlanması” etkinliğinde Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 fen bilimleri disiplini açısından “*Biyoçeşitliliği öğrenmeye*” olarak ihtiyacı belirleyebilirken Grup 1 genel bir ifade kullandığı görülmektedir. Matematik açısından Grup 2 ve Grup 3 “*Dört işlem ve ölçüm yapmayı öğrenme*” den bahsettiği, Grup 1 ve Grup 4’ün “*test çözmek, problem çözmek, alıştırma yapmak*” şeklinde görüş belirterek sınava dayalı geleneksel bir matematik dersi ihtiyacından bahsettikleri görülmektedir. Tüm gruplar teknoloji disiplini açısından interneti kullanarak araç gereç kullanmadan bahsederken araç-gereç kullanma konusunda ihtiyaç belirtmedikleri görülmektedir. Mühendislik disiplini açısından Grup 1 ve Grup 3 mühendislik mesleği ile ilgili ihtiyaç tanımlarken Grup 2 ve Grup 4 çalışma gücü, zihin, bilim ve fikir alış verişi yapmaktan bahsederek mühendislerin çalışma tarzına yönelik ihtiyaç belirledikleri görülmektedir.

İhtiyaçların belirlenmesi aşamasında grupların genel itibariyle ihtiyaç belirleyebildikleri bazı grupların bazı disiplin alanları açısından ihtiyaç belirlemede sınırlı kaldıkları görülmektedir.

Giriş etkinlikleri verilen biyoçeşitlilik konusundaki her bir disiplin açısından genel hedeflerin tanımlanmasına dönük bir etkinliktir. Tablo 4.27’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.27. *Giriş Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Etkinliği*

	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Problem ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	Bize lazım olan bilgileri öğrenmek.	Tohumların özellikleri ile ilgili bilgi sahibi olmak	Hayvanlarla ilgili bilgi sahibi olmak	Yeni deneyler keşfetmek.
	Matematik Açısından	Problem çözmeyi ve dört işlemi öğrenmek	Dört işlemi.	Boyu, eni ölçmeyi ve nasıl hesaplanacağını öğrenmek.	Zor problemleri çözmek.
	Teknoloji Açısından	Bilimi öğrenmeye çalışma	Araştırma yapabilmeyi	Mikroskopun nasıl kullanıldığını öğrenmek.	Yeni bilgiler öğrenmek.
	Mühendislik Açısından	Mühendislik türlerini öğrenmek.	Düşünceleri birleştirmek.	Mühendislik türleri ve nasıl çalıştıklarını bilmek	Mühendislik Tasarım Sürecini öğrenmek.

Giriş bölümü “Hedeflerin tanımlanması” etkinliğinde fen bilimleri açısından Grup 1 ve Grup 4 genel ifadeler kullanırken Grup 2 ve Grup 4 canlılarla ilgili hedefler tanımlamışlardır. Matematik açısından Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 tasarımlara dönük hedefler belirlerken Grup 4 “zor problemleri çözmek” diyerek genel bir ifade kullandıkları görülmektedir. Teknoloji açısından Grup 1 ve Grup 4 “Bilim ve bilgi öğrenme”den bahsederken Grup 2 “araştırma yapmayı öğrenme” hedefinden bahsetmiştir. Grup 3 ise konuyla direk bağlantılı olmasa da teknoloji açısından “mikroskop kullanmayı öğrenme” diyerek bir araç-gereç kullanma hedefine yönelik hedef belirlediği görülmektedir. Mühendislik disiplini açısından Grup 1 mesleki açıdan yaklaşarak “mühendislik türlerini öğrenme” hedefi oluşturmuş, Grup 2 ve 3 mühendislik disiplinin çalışma şeklini öğrenmeye yönelik hedef belirlerken Grup 4 mühendislik tasarım sürecini uygulamayı öğrenmeye vurgu yapmıştır. Hedeflerin tanımlanması etkinliğinde grupların ilk defa deneyimledikleri çalışmalar olmasına rağmen iyi bir başlangıç yaptıklarını göstermektedir. Öğrencilerin genel olarak ihtiyaçların, hedeflerin disiplin bazında tanımlanması etkinliklerinde ihtiyaçları ve hedefleri disiplinlere göre oluşturmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 4.28. Giriş Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Etkinliği

	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5'li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması	Fen Bilimleri Açısından	Biyçeşitlilik ile ilgili araştırma yapılmış.	Biyçeşitlilik ile ilgili araştırma yapılmış.	Biyçeşitlilik ile ilgili eksiklikler olsa da araştırma yapılmış.	Biyçeşitlilik ile ilgili araştırma yapılmış.
	Matematik Açısından	Matematik açısından araştırmaları kısmen doldurmuşlar	Matematik boyutunu yazmışlar.	Matematik boyutunu özenerek yazmamışlar.	Matematik boyutunu yazmaya çalışmışlar.
	Teknoloji Açısından	Teknoloji ile ilgili araştırma yapılmış.	Teknoloji ile ilgili araştırma yapılmış.	Teknoloji boyutunu kısmen yazmışlar.	Teknoloji ile ilgili araştırma yapılmış.
	Mühendislik Açısından	Mühendislik ve türleri ile ilgili araştırmalar yapılmış.	Mühendislik açısından değerlendirmeye çalışmışlar.	Mühendislik açısından değerlendirmeye çalışmışlar.	Mühendislik açısından araştırma yapılmış.
	Görsel Sanatlar Açısından	Görsel Sanatlar açısından araştırmaları kısmen yapılmış.	Görsel Sanatlar araştırmaları kısmen yapılmış.	Görsel Sanatlar araştırmaları kısmen yapılmış.	Görsel Sanatlar açısından araştırmaları kısmen yapılmış.

Giriş etkinlikleri verilen biyçeşitlilik konusundaki her bir disiplin açısından genel ihtiyaçların araştırılmasına yönelik bir etkinliktir. Tablo 4.28'de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Gruplar problemin ve ihtiyaçların araştırılması etkinliğinde fen bilimleri, teknoloji, mühendislik disiplin alanları açısından belirlenen konu sorularını araştırmışlardır. Matematik açısından Grup 1 ve Grup 4 kısmen araştırmalarını yaparken Grup 3 matematik boyutu araştırmalarını tamamlayabilmişler, Grup 3 ise “zor geldiğini” ifade ederek çok istekli yaklaşmamışlardır. Görsel sanatlar açısından ise araştırmalarını sınırlı düzeyde ifade edebilmişlerdir. Araştırmacının gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmıştır.

Öğrenciler araştırma yapma konusunda çok istekliler fakat araştırma yaparken soruyu ya da konuyla ilgili kelimeyi aynen yazarak araştırma yapıyorlar. Arama motoru üzerinde çıkan sayfadan çıkan bilgileri okumayı ve not etmeyi tercih ediyorlar. Anasayfa üzerinde çıkan ilgili sitelerde araştırma yapma, birden çok bilgi kaynağından okuyarak araştırma yapma, grupça bilgileri tartışarak kendi ifadeleri ile yazma gibi davranışlar gözlemlenemedi. Sorulan soruyu aynen yazıp arama motorunda bulamadıklarında “Öğretmenim biz bu bilgiyi bulamıyoruz.” şeklinde ifadeler kullanarak pes ediyorlar. (14.01.2023)

Görüşmeler sırasında öğrenciler araştırma yapma ile ilgili büyük çoğunluğu en çok zorlandıkları bölüm olarak belirtmişlerdir. Başka bir görüşme sorusunda eğitim süreci ile öğrendikleri arasında araştırma yapma davranışını ifade etmişlerdir. Bu verilerden yola çıkarak öğrencilerin araştırma yapma konusunda istekli olmalarına rağmen nasıl

yapılacağını bilmedikleri fakat eğitim süreci sonucunda bu davranışlarını geliştirdiklerini söylemek mümkündür.

Etkinlik 9, MEB (2019) fen bilimleri ders kitabı ve fen bilimleri öğretim programından yola çıkarak öğrencilerin biyoçeşitliliğin önemini kavramalarına dönük bir etkinliktir. Tablo 4.29’da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.29. *Giriş Bölümü Biyoçeşitlilik Bilgisi Etkinliği*

Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Etkinlik 9 Biyoçeşitlilik Bilgisi	Sorular cevaplanmış.	Sorular cevaplanmış.	Sorular cevaplanmış.	Sorular cevaplanmış.

Gruplara eğitim süreci başında aldıkları biyoçeşitlilik dersi kapsamında öğrenmelerini değerlendirmek için farklı biyoçeşitlilik temalı fotoğrafların yorumlanmasına yönelik oluşturulmuş etkinlik sorusuna grupların tümü cevaplayabilmişlerdir. Öğrencilerin fen bilimlerinde karşılaştıkları etkinlik türlerinden biri olduğu için zorlanmadan yaptıkları düşünülmektedir.

Etkinlik 10, Araştırma verileri ve internet kaynaklarından yola çıkarak öğrencilerde biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri kavramaya dönük bir etkinliktir. Aşağıdaki Tablo 4.30 grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.30. *Giriş Bölümü Biyoçeşitliliği Tehdit Eden Faktörler Etkinliği*

Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Etkinlik 10 Biyoçeşitliliği Etkileyen Faktörler ve Nesli Tüklenen Canlı Sayıları	Anlaşılır cevaplar verilmemiş ve özenilmemiş.	Tabloyu uygun şekilde doldurulmuş. Fakat biyoçeşitliliğin azalma sebepleri daha fazla belirtilebilirdi.	Tabloyu uygun şekilde doldurulmuş. Fakat biyoçeşitliliğin azalma sebepleri daha fazla belirtilebilirdi.	Tabloyu uygun şekilde doldurulmuş. Fakat biyoçeşitliliğin azalma sebepleri daha fazla belirtilebilirdi.

Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörlerle ilgili bir rapordan yola çıkarak oluşturulmuş alt soruları Grup 1 hariç diğer grupların tümü uygun şekilde doldurmaya çalışmışlardır. Fakat canlıların azalma sebepleriyle ilgili grupların biyoçeşitlilik eğitimi almalarına rağmen yeterince sebep sunamamış oldukları tespit edilmiştir. Gözlem notlarında araştırmacı bu durumla ilgili “*Biyoçeşitliliğin azalmasına sebep olan durumlar neler*

olabilir, şeklinde soru sorulduğunda öğrencilerin genelde çevre kirliliği ve türleri ile bilinçsiz avcılıktan bahsettikleri diğer sebeplerden kısmen bahsettikleri görülmüştür.” şeklinde belirtmiştir. Bu durum öğrencilerin aldıkları eğitimin biyoçeşitliliği tehdit eden faktörler konusunda etkisini göstermediğine işaret etmektedir.

Etkinlik 11, MEB 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı ve internet kaynaklarından yola çıkarak öğrencilerde nesli tükenmiş canlıları tanıma durumlarını belirlemeye dönük bir etkinliktir. Tablo 4.31’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.31. Giriş Bölümü Nesli Tükenen Canlılar Etkinliği

		Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri	Etkinlik 11	Nesli Tükenen Canlılar	Sorular cevaplanmış.	Sorular cevaplanmış.	Sorular cevaplanmış.	Sorular cevaplanmış.

Nesli tükenen canlılarla ilgili etkinlikte tüm gruplar örnek ve sorgulamalarını yapabilmişlerdir. Gözlem notlarında araştırmacı nesli tükenen canlılar konusunun öğrencilerin oldukça ilgisini çektiğini belirtmiştir. Bu durum, öğrencilerin aldıkları eğitimin nesli tükenen canlılar konusunda ilgi ve bilgilerinin artmasını sağladığını göstermektedir.

Etkinlik 12, MEB (2019) 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı ve internet kaynaklarından yola çıkarak öğrencilerde nesli tükenme tehlikesi altında olan canlıları tanıma durumlarını ve tehdit altında olmalarına yol açan sebepleri irdelemeye dönük bir etkinliktir. Tablo 4.32’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.32. Giriş Bölümü Nesli Tükenme Tehlikesi Altında Olan Canlılar Etkinliği

		Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5’li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri	Etkinlik 12	Nesli Tükenmekte Olan Canlılar	Nesli tükenme tehlikesi altında olmasının sebeplerinden bir tane bahsedilmiş. Sadece tür içi rekabet ve nüfus artışından bahsetmiş.	Nesli tükenme tehlikesi altında olmasının sebeplerinden bir tane bahsedilmiş. Gerekçeleri yazılmamış.	Nesli tükenme tehlikesi altında olmasının sebeplerinden bir tane bahsedilmiş.	Nesli tükenme tehlikesi altında olmasının sebeplerinden iki tane bahsedilmiş.

Nesli tükenme tehlikesi altında olan canlılarla ilgili etkinlikte tüm gruplar sorgulamalarını kısmen yapabilmişlerdir. Öğrencilerin genelde canlıların tehdit altında olma sebepleri ile ilgili gruplar 1 sebepten (tür içi rekabet, nüfus artışı, çevre kirliliği, bilinçsiz avlanma gibi) bahsettikleri, diğer sebeplerden bahsetmedikleri tespit edilmiştir.

Etkinlik 13'te Kuvaç ve Sarı'nın (2018) Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar etkinliği uygulanmıştır. Bu çalışma biyoçeşitliliği tehdit eden faktörler ve ekolojik denge konulu örnek olay hakkında öğrencilerin örnek olayı irdelemesine dönük bir etkinlik olarak uygulanmıştır. Öğrenci etkinlik kağıt cevapları Tablo 4.33'de verilmiştir.

Tablo 4.33. *Giriş Bölümü Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar Etkinliği*

Etkinlik Adı		Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5'li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri	Etkinlik 13	Etkili ve mantıklı cevaplar verilememiş.	Etkili ve mantıklı cevaplar kısmen verilmiş.	Etkili ve mantıklı cevaplar verilememiş.	Etkili ve mantıklı cevaplar kısmen verilmiş.
	Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar			Kurtların ekosistemdeki rolü yazılmamış.	

Öğrenciler bu etkinlikte sorulan sorulara kısmen yorumlamalar yapabilmemiş, tam cevaplar verilememiştir. Gözlem notlarında öğrencilerin bu etkinlikte oldukça zorlandıkları, sürekli öğretmen desteği alma ihtiyacı duymuş oldukları ifade edilmiştir.

Etkinlik 14'te Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) çalışmalarından uyarlanarak biyoçeşitliliğin önemi ve nesli tükenmekte olan canlıların korunması ile ilgili "Balık Avlama Oyunu" etkinliği düzenlenmiş ve uygulanmıştır. Öğrencilerin örnek olay hakkında örnek olayı irdelemesine dönük bir etkinlik olarak uygulanmıştır. Amaç mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği bir çalışmanın simülasyonunu öğrencilere sunarak öğrencilerin hayal etmelerini, ön deneyim kazanmalarını, grupça tartışarak düşünce üretmelerini sağlamaktır. Grupların simülasyon etkinlikle karşılaştıkları sorulara verdikleri cevaplar Tablo 4.34 ve 4.35'de verilmiştir.

Tablo 4.34. *Giriş Bölümü Balık Avlama Oyunu Etkinliği (1. Kısım)*

Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5'li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Etkinlik 14 Balık Avlama Oyunu	Özellikler tahmin edilmemiş. Sebebi yazılmaya çalışılmış.	İki özellik tahmin edilmiş. Sebebi yazılmamış.	Bir özellik tahmin edilmiş. Sebebi yazılmamış.	Bir özellik tahmin edilmiş. Sebebi yazılmamış.
	Sınırlamalar tahmin edilmemiş.	Sınırlamalar kısmen tahmin edilmiş.	Nesli tükenen canlıları avlayamayız.	Sınırlamalar yanlış tahmin edilmiş. Oynayan açısından yazılmış.
	Hangi disiplinlerin yardımı olacağı yazılmamış.	Disiplin değil kavramsal olarak ihtiyaçlar ifade edilmiş.	Disiplin değil kavramsal olarak ihtiyaçlar ifade edilmiş.	Her yerden destek alabilirler şeklinde belirtilmiştir.
	Disiplin alanlarına göre 1., 2., 3., ünitelerin öğrenilmesi. Araştırma Yapma. Problem Çözme. Mühendislik türleri ve resim çizme ihtiyaç olacak olarak belirtilmiştir. Nedeni, lazım olacağı belirtilmiştir.	Proje, bilgisayar, işlemler, tasarım ve çizim konularında ihtiyaç olduğundan bahsedilmiştir. Her branş kendine göre açıklanmaya çalışılmış.	Canlılar dünyası, telefon, uzunluk ölçme, gıda mühendisliği, renk ve uyum konularında branşlara göre ayrılmış.	Balığın özellikleri, kodlama, tasarım, araştırma yapmak, işlem yapma, güzel resim yapmamızı sağlar.
	Geri dönüşümlü ürünler öneri olarak sunulmuş.	Çözüm önerisi olarak balık tutmayı anlatmışlar.	Balıkların boy ve avlandığı derinlik sınırı getirilmesi gerektiğinden bahsedilmiştir.	Bilinçli balıkçılık ve nesli tükenen canlıların korunması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Gruplara örnek etkinlik için öğretmenin hangi özelliklere sahip bir oyun istemiş olabileceği sorulmuştur. Grup 1 hariç diğer grupların hepsi tasarımın özelliklerini tahmin edebilmişlerdir. İkinci soru olarak bilgisayar oyununun sınırlılıklarının neler olabileceği öğrencilere sorulmuştur. Grup 1 sınırlamaları tahmin edemezken Grup 2 ve Grup 3 kısmen tahmin edebilmişler, Grup 4 ise oyunu oynayanlar açısından “*Balığın özellikleri, kodlama, tasarım, araştırma yapmak, işlem yapma, güzel resim yapmamızı sağlar.*” sınırlamaları belirlemişlerdir. İhtiyaçların belirlenmesi konusunda öğrencilerin hangi disiplin alanlarına ihtiyaç duyabileceği sorulmuştur. İhtiyaç hissedilen disiplinlerle ilgili Grup 2 “*Proje, bilgisayar, işlemler, tasarım ve çizim konularında*” ve Grup 3 “*Canlılar dünyası, telefon, uzunluk ölçme, gıda mühendisliği, renk ve uyum*” şeklinde ihtiyaçları kavramsal olarak belirlerken Grup 4 “*her yerden destek alınabilir.*” şeklinde genelleme yapmıştır. Grup 1 ise “*Disiplin alanlarına göre 1., 2., 3., ünitelerin öğrenilmesi. Araştırma Yapma. Problem Çözme. Mühendislik türleri ve resim çizme*” şeklinde ifade edilip hangi disiplinlerin yardımcı olacağı belirtilememiştir.

Çözüm önerisi olarak hangi çözümlerin sunulabileceği sorulmuştur. Grup 1 balık avlama oyununda tasarım çözümünde geri dönüşümlü ürünleri kullanmayı önerirken, Grup 3 balıkların boyu, avlanma derinliğini çözüm olarak sunmuş, Grup 4 bilinçli avlanma ve nesli tükenme tehlikesi altında olan balıkların korunması gerektiğinden bahsetmiştir. Grup 2 ise balık tutmadan bahsetmiş olup anlamlı bir cevap verememiştir.

Tablo 4.35. *Giriş Bölümü Balık Avlama Oyunu Etkinliği (2. Kısım)*

Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Plus)	Grup 3 (Süper 5'li)	Grup 4 (Girişimci Mühendisler)
Giriş Etkinlikleri Etkinlik 14 Balık Avlama Oyunu	Yararlı, maliyetsiz ve geri dönüşümlü sunardık çözümleri demişler. Eğlenceli, öğretici tasarladık, demişler.	Kutuyu maviye boyardık demişler. Kuralları olurdu. Tartışmak yok, kazanan ödül alır gibi.	Nesli tükenme tehlikesi olanları avlamamak. Balık renklerine, büyüklüğüne ve derinliğine göre puanlama	Bilinçli balıkçılık ve nesli tükenme tehlikesi olan canlıların korunması gerektiğinden bahsedilmiş. Balıklara zarar vermeyerek. Ekosistemi korumak ve doğaya çöp atmamak.
	Dengeli bir puanlama anahtarı yapardık, demişler.	Değerine göre puan verebilirdik. Birinciye en yüksek puan gibi.	Küçük ve nesli tükenen balıklar avlandığında puan kaybetme olarak belirtilmiş.	Maksimum 5 balık avlayabilme. Nesli tükenen balıkları geri bıraktığımızda puan kazanma, avladığımızda daha çok puan kaybetme şeklinde olması gerektiği belirtilmiş.

Öğrencilere ‘*Siz olsaydınız nasıl bir çözüm sunardınız?*’ sorusu sorulmuştur. Grup 1 “*Yararlı, maliyetsiz ve geri dönüşümlü çözümler sunardık.*”, Grup 2 “*Kutuyu maviye boyardık.*” Grup 3 “*Nesli tükenme tehlikesi altında olanları avlamazdık.*” Grup 4 ise “*Bilinçli avlama yapardık. Nesli tükenme tehlikesi altında olanları avlamazdık.*” cevaplarını vermişlerdir. Grup 2 hariç diğer gruplar çözümler konusunda mantıklı çözüm sundukları görülmüştür. ‘*Sizin tasarım oyununuzun özellikleri neler olurdu? Gereçeklerini belirtiniz.*’ Sorusu sorulduğunda Grup 1 eğlenceli ve öğretici bir tasarım, Grup 2 grup içinde tartışmama, ödül kazanma gibi kuralları olan bir tasarım, Grup 4 balıklara, ekosisteme zarar vermeyen tasarım olmasından bahsetmiştir. Grup 3 ise “*Balık renklerine, büyüklüğüne ve derinliğine göre puan kazanılan bir tasarım olurdu.*” şeklinde cevap vererek amaca uygun en yakın cevap veren grup olmuştur.

Öğrencilere son soru olarak ‘*Böyle bir tasarımda nasıl bir puanlama sistemi oluştururdunuz?*’ sorusu sorulmuştur. Grup 1 ve Grup 2 daha genel ifadeler kullanırken Grup 3 “*Küçük ve nesli tükenen balıklar avlandığında puan kaybedilsin.*” yorumunu

yaparken Grup 4 ise “*Maksimum 5 balık avlayabilme. Nesli tükenen balıkları geri bıraktığımızda puan kazanma, avladığımızda daha çok puan kaybetme şeklinde olabilir.*” ifadeleri kullanmışlardır. Gruplardan en kapsamlı puanlama sisteminin Grup 4 tarafından ifade edildiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin etkinlikteki sorulara daha yüzeysel cevap verirken son sorulara doğru hayal ettikçe daha çok fikir üreterek cevap verebildikleri görülmektedir. Bu etkinlikle ilgili gözlem notlarında aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir. Genel olarak bakıldığında Etkinlik 14 için öğrenciler görevleri yerine getirmekte zorlandıkları fakat düşünce ürettikçe konuyla ilgili kendilerini daha iyi ifade ettiklerini söylemek mümkündür.

Öğrenciler başlangıçta alışık olmadıkları bir çalışma olduğu için yorum yapmakta, fikir üretmekte zorlandılar. Ek açıklamalar yaptıkça hayal etmeleri sağlandıkça öğrenciler soruna ve çözüme daha çok yoğunlaşabildiler. Öğretmen ara ara öğrencilere “Bilgisayar oyunu oynadıklarını, siz böyle bir oyun oynuyor olsaydınız, hangi özelliklere sınırlamalara sahip olsun isterdiniz? Ya da bu bilgisayar oyununu bir bilgisayar mühendisi olarak siz tasarlıyor olsaydınız? Nasıl bir oyun olurdu. Hayal edin.” yönergelerinde bulundu. (21.01.2023)

Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü grup fasiküllerine genel olarak bakıldığında öğrenciler etkinlik kağıtlarını amaca uygun cevaplarla doldurma konusunda zaman zaman isteksizlik yaşasalar da genel olarak mühendislik tasarım süreci, tasarım yapmaya hazırlık konularında istekli olduklarını söylemek mümkündür. Fakat gözlem verilerinde de belirtildiği üzere öğrencilerin süreci ilk kes deneyimlemeleri sebebiyle sürekli öğretmen desteğine ihtiyaç duyduklarını, grup çalışmasına yatkınlık ve iletişim konularında yetersiz olduklarını ifade etmek gerekmektedir.

4.2.3.2. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Tohum Kutusu Tasarım Görevi Grup Fasikülleri Bulguları. Tohum Kutusu tasarım görevi (T1) ata tohumları ile ilgili bir tasarımdır. Tasarım görevine başlamadan önce öğrencilere tohum özellikleri, tohum çeşitleri (Ata, Hibrit ve GDO’lu), bitkilerin yaşam döngüsünü kapsayan 2 ders saati (40+40) plan uygulanmıştır.

Tasarım görevi senaryo ile başlamaktadır. Senaryo devamında tohumlarla ilgili bilgilendirme metni yer almaktadır. İlk etkinlik senaryoya bağlı olarak öğrencilerin konuyu, problemi, kriter ve sınırlamaları belirlemeye dönük sorgulamalar içermektedir. Tablo 4.36’da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.36. T1 Bölümü Problemin Tanımlanması Aşaması

MTS A.	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1	Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Konuyu belirleyebilmişler. Problemi belirleyebilmişler. Ata tohumlarını saklanamaması sebeplerini tam olarak yazamamışlar. Senaryonun gruptan beklentisi kısmen ifade edilmiş.	Konuyu belirleyebilmişler. Problemi belirleyememişler. Ata tohumlarının doğada azalma sebeplerini kısmen yazmışlar.	Konuyu kısmen belirleyebilmişler. Problemi belirleyebilmişler. Ata tohumlarının doğada azalma sebeplerini kısmen yazmışlar.	Konuyu belirleyebilmişler. Problemi kısmen belirleyebilmişler. Ata tohumlarının doğada azalma sebeplerini kısmen yazmışlar.
		Korunaklılık kriteri olması gerektiği belirtilmiştir.	6 kriteri olması belirtilmiştir.	Toprağın bir özelliğinden belirtilmiştir. Hiç tohum kutusu kriterine yer verilmemiş.	4 kriteri olması belirtilmiştir.
		Sınırlılıklar olarak maliyet belirtilmiştir.	Sınırlılıklar olarak maliyet, malzeme, zaman olarak belirtilmiştir.	Sınırlılıklar olarak mevsim, zaman olarak belirtilmiştir.	Sınırlılıklar olarak maliyet, malzeme, zaman olarak belirtilmiştir.

Tasarım görevi 1 “Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması” aşaması “Problemin Tanımlanması” etkinliğinde senaryo konusunun ata tohumları ile ilgili olduğunu belirleyebilmişlerdir, Grup 2 hariç diğer tüm gruplar problemi belirleyebilmişlerdir. Sorgulama tablosunda ata tohumlarının doğada azalma sebeplerini tüm gruplar kısmen ifade edebilmişlerdir. Senaryonun gruptan beklentilerini Grup 1 ve Grup 3 kısmen ifade edebilirken Grup 2 senaryonun gruptan beklentisi yerine problemden bahsetmişlerdir. Grup 4 ise sorulan soruya “*Tohum kutusu tasarlamak.*” şeklinde tam cevap vermiş olduğu tespit edilmiştir. ‘*Sizden beklenen tohum kutusu tasarımının özellikleri nelerdir?*’ sorusuna Grup 1 bir kriterden bahsederken Grup 4 dört kriter, Grup 2 ise 6 kriter sıralamışlardır. Grup 3 ise tohum kutusu kriterleri yerine toprağın yapısal özelliği ile ilgili fikirden bahsetmiştir. ‘*Sizi engelleyen sınırlamalar neler olabilir?*’ sorusuna Grup 2 ve 4 “*maliyet, malzeme, zaman*” şeklinde sıralarken Grup 1 ve Grup 3 bir sınırlamadan bahsetmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerin genel olarak sebep belirtme, kriter ve sınırlamaları ifade etme konusunda sınırlı kaldıkları görülmektedir.

İkinci etkinlik belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik ihtiyaç belirlemeyi içermektedir. Tablo 4.37’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.37. T1 İhtiyaçların Tanımlanması

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	İnsan ve çevre ünitesi hakkında bilgi sahibi olmak.	Tohumların özellikleri ve çimlenmesi	Tohumların özelliklerini araştırmalıyız.	Ata tohumlarının nasıl kullanılacağını öğrenmek.
	Matematik Açısından	Uzunluk, boy enini ölçmek.	Ölçü hesaplamalarında	Boy, eni ölçmeyi öğrenmek.	Boy ölçümü ve işlemler
	Teknoloji Açısından	Araştırma yapmayı öğrenmek	Tablet telefonda araştırma yaparken	Teknolojik malzemeler ve silikon tabancasını kullanmayı öğrenmek.	Araştırma teknoloji sürecini öğrenmek.
	Mühendislik Açısından	Mühendislik türleri ve ne iş yaptıklarını öğrenmek	Tasarım ve düşünme	Oluşturma, planlama ve çizimleme.	Tasarımın nasıl yapılacağını öğrenmek.
	Görsel Sanatlar Açısından	Resim çizmeye ilgi göstererek, ihtiyacımız olan bilgileri öğrenmek.	Sanat, çizim, renk	Boyama, çizim, renklendirme ve şekillendirmeyi öğrenmek.	Boyamak, çizmek, görüntü.

Tasarım görevi 1 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması “İhtiyaçların Tanımlanması” etkinliğinde fen bilimleri ve matematik disiplinleri açısından tüm gruplar ihtiyaç belirleme yapabilmişlerdir. Teknoloji disiplini açısından Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 araştırma yapma konusunda ihtiyaç belirlerken Grup 3 araç-gereç kullanımını öğrenmeye işaret eden ifadeler kullanmışlardır. Mühendislik disiplini açısından tüm gruplar bir mühendisin çalışma şekli ile ilgili yorumlamalar yapmışlardır. Sadece Grup 1 meslek olarak mühendisliğe de işaret etmektedir. Görsel sanatlarla ilgili tüm gruplar boyama, çizme, şekillendirme konularında ihtiyaç duyacaklarını belirtmişlerdir. Genel olarak tüm gruplara bakıldığında öğrenciler giriş etkinliklerinde benzer etkinlikler yapmış oldukları için daha deneyimli olduklarını söylemek mümkündür.

Tasarım görevi 1 üçüncü etkinlik problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik hedeflerin belirlenmesini kapsamaktadır. Tablo 4.38’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.38. T1 Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Aşaması

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Problem ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	Tohumları ve biyoçeşitlilik konusunu öğrenmek	Tohumların özellikleri ile ilgili bilgi sahibi olmak	Tohumlarla ilgili bilgi sahibi olmak	Tohum çeşitliliği ve özellikleri ile ilgili bilgi sahibi olmak
	Matematik Açısından	Alan hesaplamayı öğrenmek	Ölçü hesaplamayı ve 4 işlemi.	Boyu, eni ölçmeyi öğrenmek.	Matematiksel ölçümleri ve işlemleri öğrenmek
	Teknoloji Açısından	İhtiyacımız olan bilgileri araştırmak	Silikon tabancası kullanabilmeyi. Telefon tableten araştırma yapabilmeyi	Teknolojik aletleri öğrenmek.	İyi bir araştırmacı olmak
	Mühendislik Açısından	Tasarım ve plan yapmayı öğrenmek	Düşünce ve Tasarımı tam bilmemiz. Püf noktalarını öğrenmek.	Dayanıklı ve sağlam kuş evleri yapmak.	İyi bir tasarımcı olmak, tasarım yapmayı öğrenmek.
	Görsel Sanatlar Açısından	Resim çizme gibi şeyler.	Estetik açısından düzenleyebilmeyi	Çizim ve renklendirmeyi öğrenmiş olmak.	İyi resimleri sergilemek.

Tasarım görevi 1 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması “Hedeflerin Tanımlanması” etkinliğinde fen bilimleri, mühendislik, matematik, teknoloji ve görsel sanatlar disiplinleri açısından tüm gruplar hedeflerin belirlemesi çalışmasını uygun şekilde yapabildikleri görülmektedir. Mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması ile ilgili gözlem notlarında ve gözlem verilerinde grupların daha önce mühendislik tasarım süreci ile ilgili bir deneyimleri tam olarak olmadığı için sık sık öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları belirtilmiştir.

Tasarım görevi 1 dördüncü etkinlik problemin ve ihtiyaçların araştırılması aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik probleme destek konularının araştırılmasını kapsamaktadır. Tablo 4.39’da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.39. T1 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Problem ve İhtiyaçların Araştırılması	Fen Bilimleri Açısından	Ata tohumları ile ilgili araştırma yapılmış	Tohumlar ile ilgili araştırma yapılmış	Tohumlar ile ilgili araştırma yapılmış.	Tohumlar ile ilgili araştırma yapılmış.
	Matematik Açısından	Matematik açısından araştırma kısmını doldurmamışlar.	Matematik boyutunu yazmamışlar.	Matematik boyutunu yazmamışlar.	Matematik boyutunu yazmamışlar.

(Devamı arkada)

Tablo 4.39.(devamı) *T1 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması*

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması	Teknoloji Açısından	Doldurmuşlar.	Teknoloji boyutunu geçirmişler.	Teknoloji boyutunu yazmamışlar.	Teknoloji boyutunu kısa yazmaya çalışmışlar.
	Mühendislik Açısından	Bazı yerlere alakası az doldurmalar yapılmış.	Mühendislik açısından değerlendirmeye çalışmışlar.	Mühendislik açısından değerlendirmeye çalışmışlar.	Mühendislik açısından açıklamaya çalışılmış.
	Görsel Sanatlar Açısından	Tasarımın estetik olması için eldiven, şapka, battaniye, mendil ve banyo havlusu gerektiğini belirtmişler.	Görsel sanatlar kısmını sanatın ön planda olması gerektiğini belirtmişler.	Görsel sanatlar kısmını alanla ilgili uyumlu dolduramamışlar.	Üstüne resim çizmek, kaplamak, süslemek.

Tüm gruplar fen bilimleri disiplin alanına yönelik hazırlanan araştırma sorularını yapabilmişlerdir. Matematik boyutunu yazamamış oldukları tespit edilmiştir. Teknoloji boyutu açısından Grup 1 tam olarak araştırmasını yaparken Grup 2 ve Grup 4 kısmen yapmışlar, Grup 3'ün ise teknoloji boyutu araştırmalarını not almadıkları görülmüştür. Mühendislik disiplini açısından Grup 1 hariç diğer grupların hepsi araştırmalarını yaptıkları görülmektedir. Bu durumla ilgili öğrencilere görüşme sırasında tasarımlarda en çok zorlayan bölümün hangi bölüm olduğu sorulduğunda bazı öğrencilerin yazma kısımları olduğunu ifade edildiği görülmektedir. Görsel sanatlara yönelik araştırmalar genel olarak daha yüzeysel ve eksik kaldığı görülmektedir. Bu süreçler takip edilirken öğrenciler öğretmen desteği almışlardır. Gözlem notlarına göre “*Öğrencilerin araştırma aşaması için istekli oldukları fakat doğru araştırma nasıl yapılır ve notlar nasıl düzenlenir konularında yeterince deneyim ve beceriye sahip değiller.*” şeklinde ifade edilmiştir. Öğretmen bu aşamada doğru araştırmanın nasıl yapılacağı konusunda öğrencilere ek bilgilendirme yapmıştır. Aynı şekilde görüşmeler sırasında öğrencilere en zorlandıkları bölüm sorulduğunda önde gelen temalardan biri araştırma yapma olarak belirlenmiştir. Genel olarak öğrencilerin araştırma yapma konusunda eğitim başından tasarım görevi 1'e gelene kadar yeterince deneyim ve bilgiye sahip olmadıklarını söylemek mümkündür. Bu durumu gözlem ve görüşme verileri de desteklemektedir.

Tasarım görevi 1 beşinci etkinlik olası çözümlerin geliştirilmesi aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin tartışma, tanımlama, araştırma sorgulama yapma,

fikirler üretme ve çözümler sunmasını, geliştirmesini kapsamaktadır. Tablo 4.40'da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 5.40. *T1 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Aşaması*

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Malzeme Analiz ve Çözüm Tablosu	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmeye çalışılmış. Bir kısmının gerekçe kısmı es geçilmiş.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmeye çalışılmış.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmeye çalışılmış.
	Taslak Çizim	Taslak çizim fotosu konur.	Taslak çizim hiç önemsenmemiş. Taslak çizim fotosu konur.	Taslak çizim hiç önemsenmemiş. Taslak çizim fotosu konur.	Taslak çizim çizilmeye çalışılmış. Taslak çizim fotosu konur.

Bu aşamada araştırmacı tarafından verilen yönergeler doğrultusunda Grup 1 malzeme analiz ve çözüm tablosunu uygun şekilde doldurmuş, Grup 3 ve Grup 4 doldurmaya çalışmışlar, Grup 2'nin ise tablonun her bir malzeme ve çözümüne ilişkin gerekçe sunma bölümlerini boş bıraktıkları görülmüştür. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmıştır.

Malzeme Analiz ve Çözüm Tablosuyla öğrenciler ilk defa karşılaştıkları için zorlandılar. O nedenle araştırmacı her bir malzeme için tablodaki soruları öğrencilere tek tek sordu, grupta tartışıp ortak cümleler yazmaları konusunda yönerge verdi. T1'de tablo öğretmen eşliğinde, herhangi bir yönlendirme yapmadan grupların doldurması sağlanmaya çalışıldı. Fakat fikirler sınırlı, tartışma etkileşimi düşük. (25.01.2023)

Aynı durumla ilgili öğrencilerden görüşmeler sırasında STEM eğitimini değerlendirmeleri istendiğinde önceden herhangi bir konuda fikir üretmekte zorlanırken eğitimden sonra bir konuda fazlaca fikir üretebildiklerini belirtmişlerdir. (Ö2, Ö9, Ö12 vb) Taslak çizimler konusunda Grup 1 ve Grup 4'ün taslak çizimini yaptığı, Grup 2 ve Grup 3'ün önemsemedikleri tespit edilmiştir. Taslak çizimleri oluşturma kısmında gözlem notlarında "Sadece bir çizim yapmaya çalışıyorlar, alternatif çizimler oluşturmadılar. Ayrıca çizimleri yapma konusunda çok başarılı değiller. Ara ara yönergeler vererek çizimlerin aslına uygun olması ona göre çizimler yapılması konusunda hatırlatmalar yapıldı." şeklinde ifade edilmiştir. Öğrencilerin Tasarım 1 için genel olarak bu aşamada tam olarak yeterli olmadıkları düşünülmektedir. Grupların Tasarım 1 için taslak çizimleri Resim 4.1'de verilmiştir.

açıklama konusunda görevlerini yerine getirirken Grup 3'ün beş kriterle ilgili görevleri yerine getirdiği, 2 kriteri yapamadığı, Grup 2'nin ise istenen görevi tam olarak yapmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda her bir çözümün olumlu olumsuz yanlarını belirleme konusunda Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 gerekli yorumlamaları yerine getirirken Grup 1'in kısmen yerine getirdiği görülmüştür. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmaktadır.

Birbirlerinin sunduğu kriter çözümleri ile ilgili yorum yapma, karşılaştırma, en uygun çözümü seçmede kararsız kaldıkları durumlar gerçekleşiyor. Hem öğrenciler süreci ilk defa deneyimiyor, hem de tek bir fikir ve onu uygulamaya daha yatkınlar. Farklı fikirler, içinden en iyisini seçme konusunda çok alışık olmadıkları için zorlanıyorlar. Belli aralıklarla hatırlatmalar, uyarılarla bu aşamada yapmaları gerekenler yineleniyor (25.02.2023)

Öğrencilerin Tasarım 1 için genel olarak bu aşamada tam olarak yeterli olmadıkları düşünülmektedir. Grupların en iyi çözümün seçilmesi Resim 4.2'de verilmiştir.

Kriter	Cözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Aktif malzemeler	Kullanım imkanı genişletmek için	Tuvalet Fırlası	İstif olmaması	Ekonomiklik
Ekonomik	Pratik olmaması	Bula baskın	Kalay bulunabilmesi	Ekonomik olması
Dayanıklı	Afrodizyakum	Alimbon Fırısı	Daha dayanıklı olması	Yalıtım sağlanması
Korunaklı	Kanıtla ilgili ve güvenli kaplamalar	Yumurta kalitesi	Korunaklı olması sağlar	Yalıtım sağlanması
Kolay taşınabilir	Daha hafif olması için	Kilitli Poşet Karton kutu	Tasarımı kolay yapılabilir	Hafif olması

Grup 1 Tablosu

Kriter	Cözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Aktif malzemeler	Süslenebilir	SOS	Süslenebilir + Malzeme katkısı	Malzeme katkısı fazla olabilir
Ekonomik	Çevre dostu olması için	Atanmış olarak karton kutu	Süslenebilir yapılmaz	Dayanıklılık, bir kez kullanılır
Dayanıklı	Sedon dayanıklı yapılmaz	Atanmış olarak karton kutu	Süslenebilir yapılmaz	Çok dayanıklı, süslenebilir gelmesi engellenir
Korunaklı	Sedon dayanıklı yapılmaz	Atanmış olarak karton kutu	Süslenebilir yapılmaz	Bilgi, bilgi, bilgi
Kolay taşınabilir	Sedon dayanıklı yapılmaz	Atanmış olarak karton kutu	Süslenebilir yapılmaz	Sedon dayanıklı yapılmaz

Grup 2 Tablosu

Kriter	Cözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Ekonomik	Tahım kutusu	Pamuk	Tahım kutusu	Olumlu
Dayanıklı	Bardaklar altına	Donatma kutusu	Donatma kutusu	Çok dayanıklı olması
Korunaklı	İnce kumaş	Rulo Kumaş	Bardakların altına	Çok dayanıklı olması
Kolay taşınabilir	Kıvraklı kutu	Makaron kutusu	Delikli yapı	Kalay taşınabilir olması
Aktif malzemeler	Tahım kutusu	Kumaş	Bardakların altına	Bardakların altına

Grup 3 Tablosu

Kriter	Cözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Aktif Malzemeler	Aktif kutu	Tahım kutusu	Güzel görünümlü	Güzel görünümlü olabilir
Ekonomik	Tahım kutusu	Kumaş kutusu	Tahım kutusu	Tahım kutusu
Dayanıklı	Dışarı	Bardakların altına	Dayanıklı olması	Dayanıklı olabilir
Korunaklı	Tahım kutusu	Bardakların altına	Tahım kutusu	Tahım kutusu
Kolay taşınabilir	Dışarı	Bardakların altına	Güzel görünümlü	Güzel görünümlü olabilir

Grup 4 Tablosu

Resim 4.2. Grupların en iyi çözümün seçilmesi tabloları

Tasarım görevi 1 yedinci etkinlik prototip oluşturma aşaması öğrencilerin biyoçeşitliliğin önemi, nesli tehdit altında olan canlıların korunması ve uygun ortamların sunulması için sunulan çözümlere göre prototip oluşturmaya yönelik bir çalışmadır. Prototip oluşturma aşamasında öğrenciler istekli fakat Grup 1 ve Grup 2 hariç diğer gruplar

grup çalışması konusunda uyumsuzluk yaşamışlardır. Grup 1 hariç diğer gruplarda daha çok bireysel hareketlerin mevcut olduğu görülmüştür. Gözlem notlarında prototip oluşturma süreci ile ilgili “Gruplar prototip oluşturma konusunda istekli fakat grupça tartışarak prototip oluşturma, tasarım öncesi analiz, sorgulama tablolarını takip etme, tasarım kriterlerini bir sıra dahilinde yerine getirme ve taslak çizimleri takip ederek tasarım oluşturma konusunda uygun davranışları sergilememektedirler.” şeklinde yer almaktadır. Aşağıdaki grupların prototip oluşturma süreçleri fotoğrafları Resim 4.3’de verilmiştir.



Resim 4.3. Grupların prototip oluşturma süreçleri

Tasarım görevi 1 sekizinci etkinlik “Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi” aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin test edilip değerlendirilmesi, maliyet hesaplama ve kontrolü yapılan çalışmalardır.

Öncelikle tüm gruplar araştırmada ürünlerin ücretlerini tek tek kaydetmişlerdir. Verilen değer üzerinden birim tutarı hesapladılar ve kullandıkları madde miktarının maddi değerini ve bütün malzemeler için grubun kullandıkları malzemeye eşdeğer maddi değerlerini toplayarak tasarımlarının maliyetini hesaplamışlardır. 150 lira altında ve üstünde kalan gruplar belirlenmiş olup çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosuna değerlendirmelerini not etmişlerdir. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmaktadır.

Öğrencilere sorular yönelterek bir ürünün maliyeti nasıl hesaplanacağı buldurulmaya çalışıldı. Ardından maliyet hesaplaması nasıl yapılır anlatıldı. Tüm gruplara aynı anda araştırmacı kontrolünde her bir malzemenin maddi değeri verilip grupların birim değeri ve kullandıkları kadarının maddi değerini hesaplamaları için süre verildi. En son bütün malzemelerin toplanması için gruplara ek süre verildi ve maliyet hesaplama davranışı öğrencilere kazandırılmaya çalışıldı. Grupların hesaplama konusunda zorlandıkları gözlemlendi. (11.03.2023)

Her bir grubun tasarımları tartı ile tartmaları ve 1 kg üst sınırını aşp aşmadıklarını incelemişler ve çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosuna değerlendirmelerini not etmişlerdir. Tablo 4.42’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

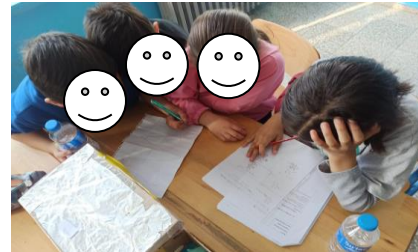
Tablo 4.42. T1 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Aşaması

MTS A.	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi		Ekolojik Tehdit konusunda tohum sayısını artırmaları gerektiğini belirtmişler. Diğerleri açıklanmış.	Estetik için eklemeler yapılabileceğini belirtmişler.	Ek streç filmle kaplama gerektiğini ve ek tohum eklemeyi düzenleme olarak belirtmişler.	Süsleri düzenleme, ayaklarını düzgün yapıştırmalıyız. Ek tohum eklenmeli denilmiştir.
	Maliyet Hesaplama (150 L)	Hesaplama 140 lira olarak yanlış yapılmış. Fakat 63 Lira.	Hesaplama yapılmış. 96 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 65 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 57,34 Lira bulunmuş.
	Tasarım Ağırlığı (1 kg)	412 gram	658 gram	514 gram	526 gram

Gruplar kendi tasarımlarını kriterler açısından test edip değerlendirmişler, revizyon gereken bölümleri belirlemişlerdir. Grup 1 ekolojik tehdit altındaki tohum sayısını artırma açısından, Grup 2 estetik açısından, Grup 3 ekolojik tehdit altındaki tohum sayısını artırma ve dayanıklılık kriterlerini, Grup 4 estetik ve dayanıklılık kriterlerini sağlama açısından güçlendirme kararı almışlardır. Grupların tasarım ağırlığı ve maliyet hesaplamaları konusunda kriterleri sağladığı Tablo 4.42’de görülmektedir. Gözlemci notlarında bu aşama ile ilgili aşağıdaki ifadelere yer vermiştir. Ayrıca bazı grupların hesaplama kağıtları Resim 4.4’de gösterilmiştir.

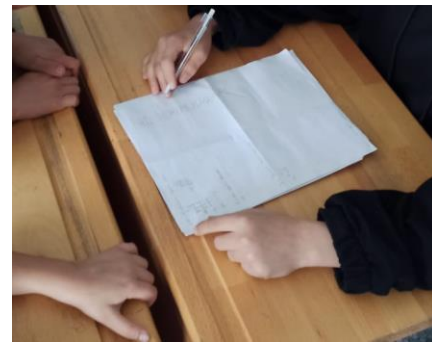
Bu bölüm ilk tasarım olduğu ve öğrencilere zorlayıcı geldiği için öğretmen eşliğinde yapıldı. Gruplar kriterleri tabloya yerleştirdi. Kriterlerin test edilip değerlendirilmesi sırayla gruplar tarafından ifade edilmesi sağlandı. Tohum kutularının ağırlıkları ölçülüp kaydedildi ve 1kg sınırını aşıp aşmadıkları değerlendirildi. Öğretmen kontrolünde her bir malzemenin kullanılan miktarının değeri yazılıp toplam maliyet hesaplanarak 150 lira sınırının aşılıp aşılmadığı değerlendirildi. Tohum kutuları estetik açıdan değerlendirildi. Gruplar nesli tükenmek üzere olan tohumlara yer verme açısından kendilerini değerlendirdiler. (11.03.2023)

MALZEME	TUTAR
Variante	1 TL
15 TL	15 TL
2 TL	2 TL
3 TL	3 TL
4 TL	4 TL
5 TL	5 TL
6 TL	6 TL
7 TL	7 TL
8 TL	8 TL
9 TL	9 TL
10 TL	10 TL
11 TL	11 TL
12 TL	12 TL
13 TL	13 TL
14 TL	14 TL
15 TL	15 TL
16 TL	16 TL
17 TL	17 TL
18 TL	18 TL
19 TL	19 TL
20 TL	20 TL
21 TL	21 TL
22 TL	22 TL
23 TL	23 TL
24 TL	24 TL
25 TL	25 TL
26 TL	26 TL
27 TL	27 TL
28 TL	28 TL
29 TL	29 TL
30 TL	30 TL
31 TL	31 TL
32 TL	32 TL
33 TL	33 TL
34 TL	34 TL
35 TL	35 TL
36 TL	36 TL
37 TL	37 TL
38 TL	38 TL
39 TL	39 TL
40 TL	40 TL
41 TL	41 TL
42 TL	42 TL
43 TL	43 TL
44 TL	44 TL
45 TL	45 TL
46 TL	46 TL
47 TL	47 TL
48 TL	48 TL
49 TL	49 TL
50 TL	50 TL
51 TL	51 TL
52 TL	52 TL
53 TL	53 TL
54 TL	54 TL
55 TL	55 TL
56 TL	56 TL
57 TL	57 TL
58 TL	58 TL
59 TL	59 TL
60 TL	60 TL
61 TL	61 TL
62 TL	62 TL
63 TL	63 TL
64 TL	64 TL
65 TL	65 TL
66 TL	66 TL
67 TL	67 TL
68 TL	68 TL
69 TL	69 TL
70 TL	70 TL
71 TL	71 TL
72 TL	72 TL
73 TL	73 TL
74 TL	74 TL
75 TL	75 TL
76 TL	76 TL
77 TL	77 TL
78 TL	78 TL
79 TL	79 TL
80 TL	80 TL
81 TL	81 TL
82 TL	82 TL
83 TL	83 TL
84 TL	84 TL
85 TL	85 TL
86 TL	86 TL
87 TL	87 TL
88 TL	88 TL
89 TL	89 TL
90 TL	90 TL
91 TL	91 TL
92 TL	92 TL
93 TL	93 TL
94 TL	94 TL
95 TL	95 TL
96 TL	96 TL
97 TL	97 TL
98 TL	98 TL
99 TL	99 TL
100 TL	100 TL



Grup 1 Hesaplamaları

MALZEME	TUTAR
Bonol	3
10 TL	10
15 TL	15
20 TL	20
25 TL	25
30 TL	30
35 TL	35
40 TL	40
45 TL	45
50 TL	50
55 TL	55
60 TL	60
65 TL	65
70 TL	70
75 TL	75
80 TL	80
85 TL	85
90 TL	90
95 TL	95
100 TL	100
TOPLAM TUTAR:	96



Grup 2 Hesaplamaları

Resim 4.4. Bazı grupların hesaplama kağıtları

Grupların belirlediği düzenlemeleri yerine getirmeleri için ek süre (20 dk.) verilmiş, yerine getirmeleri sağlanmıştır. Günlük çalışma sonu olduğu için ekolojik tehdit altında olan tohum sayısını artırma revizyonu bir sonraki hafta tamamlanmak üzere ev görevi şekline dönüştürülmüştür. Genel olarak Tasarım 1 çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşaması ile ilgili grupların kısmen yeterli oldukları düşünülmektedir.

Tasarım görevi 1 dokuzuncu etkinlik çözümlerin sunulması aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin diğer gruplara anlatılması ve grupların değerlendirmesini kapsayan etkinliktir. Gruplar öncelikle istasyon tekniği ile tasarımları dolaşarak estetik açıdan diğer grupları değerlendirmiş kendi grupları hariç diğer gruplara 3 puan üzerinden sıralama puanı vermişlerdir. Değerlendirmelerde gruplar arası yanlılığı en aza indirmek için araştırmacı ve öğretmen de 4 puan üzerinden değerlendirmeye katılmış, grupların toplam estetik değerleri elde edilmiştir. Her grubun tasarımları estetik açıdan değerlendirilmiştir.

Tablo 4.43. *Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi*

Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi				
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 1		3	2	1
Grup 2	3		2	1
Grup 3	3	2		1
Grup 4	3	2	1	
Öğrt. 1	2	3	1	4
Öğrt. 2	2	3	1	4
Toplam	13	13	7	11
Grup Sıralaması	1.	1.	3.	2.

Değerlendirme sonunda Grup 1 ve Grup 2 birinciliği paylaşırken Grup 4 ikinci, Grup 3 ise üçüncü olmuşlardır. Elde edilen değerler sunum sonrasında değerlendirme sürecinde Tasarım görevi 1 için en başarılı grubu belirlerken kullanılmıştır. Tablo 4.44’de grupların sunum etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.44. *T1 Çözümlerin Sunulması Aşaması (***) Kazanan Grup)*

MTS Aşama	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay) ***	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)	
Tasarım 1	Çözümlerin Sunulması	T1 değerlendirilmesi	Sunumlar yapıldı. Değerlendirmeler (18 Onay, 9 Geliştirilmeli, 0 Red)	Sunumlar yapıldı. Değerlendirmeler (14 Onay, 13 Geliştirilmeli, 0 Red)	Sunumlar yapıldı. Değerlendirmeler (8 Onay, 14 Geliştirilmeli, 0 Red)	Sunumlar yapıldı. Değerlendirmeler (14 Onay, 13 Geliştirilmeli, 0 Red)
			Toplam Puanlar	45	41	30
Her onay 2 puan, Geliştirilmeli 1 puan, Red 0 puan olarak değerlendirilmiştir.						

Tasarımlarına ilişkin yaptıklarını, kriter odaklı olarak diğer gruplara anlatmışlar, dinleyici gruplar ve öğretmenler de her bir kriteri tasarımın sağlayıp sağlamadığına ilişkin değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Değerlendirmeler sonucunda Grup 1 kriterleri sağlama açısından *18 onay, 9 geliştirilmeli* değerlendirmesi alırken, Grup 2 *14 Onay 13 Geliştirilmeli*; Grup 3 *18 onay, 9 geliştirilmeli*; Grup 4 ise *14 Onay 13 Geliştirilmeli* değerlendirmesi almışlardır. Tasarım değerlendirmelerine göre Tasarım 1 için en başarılı grup Grup 1 olarak belirlenmiştir. Gözlemci notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmıştır.

İlk sunumları olduğu için tedirgindiler. Sunumu tasarım kriterleri açısından hangi kriteri nasıl sağlamaya çalıştıklarını anlatmaya çalıştılar. Arkadaşları aynı zamanda not alarak grupça o kriter açısından grubun sunumunu değerlendirme tablosu üzerinden değerlendirdiler. Sonrasında bir sonraki kritere geçerek sunum ve değerlendirmeler devam etti.” (11.03.2023)

Tasarım görevi 1 onuncu etkinlik yeniden tasarlama aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin grupların değerlendirmesi sonrası belirlenen revizyonların yerine getirilmesini kapsayan etkinliktir. Tablo 4.45’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.45. *T1 Yeniden Tasarlama Aşaması*

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)	
Tasarım 1	Yeniden Tasarlama	Belirlenen revizyonları yerine getirme	Dışını biraz daha korunaklı yapabiliriz. Ek tohum ekleyebiliriz.	Eksiklik olduğunu ama nasıl tamamlama yapabileceklerini bilmediklerini belirtmişler. Su kutusu eklenebileceğini belirtmişler.	Estetik olarak üstünü kaplamak.	Bardaklarla kapak yapmak.
		Eklemeler yapıldı.	Eklemeler yapıldı.	Eklemeler yapıldı.	Eklemeler yapıldı.	

Gruplar bir önceki hafta bu şekilde yeniden tasarım için planlama yapmışlar fakat tüm gruplar (Grup 1 tohum ekleme haricinde) düzenlemeye ihtiyaç duymadıklarını, tasarımlarının yeterli olduğunu ifade etmişlerdir. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki gibi anlatılmaktadır.

Gruplar yeniden tasarım için tasarımlarında eksik olmadığını yeterli olduğunu belirttiler. Yeniden tasarıma ihtiyaç duymadılar. Tasarımın bir bölümünü bir önceki hafta yaptıkları için eksikliklerini (tohum sayısı gibi) 1 hafta içinde tamamlamışlardı, araştırmacı da genel itibarıyla şartlar, kriterler ve yapılanlar açısından bir mahsur görmedi.”(11.03.2023)

Ö12 bu durumla ilgili görüşmeler sırasında “Başlangıçta tasarımlarda çok fazla eksik göremiyorduk, zamanla eksikliklerimizi daha iyi görebildik, farkettik ve tamamladık.” ifadeler kullanarak kriterleri tamamlama açısından ilk tasarımda kendilerini daha yeterli gördüklerine vurgu yaptığı görülmektedir.

Tasarım görevi 1 onbirinci etkinlik yansıtıcı değerlendirme içeren etkinliktir. Biten tasarımın problem durumunun tanımlanmasından yeniden tasarlama sürecine kadar geçen sürecin öz ve akran değerlendirmeleri ile gözden geçirilmesini sağlanması, değerlendirilmesidir. Tablo 4.46’da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.46. *T1 Yansıtıcı Değerlendirme*

MTS Sonu	Sorular	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1	Yansıtıcı Değerlendirme	Yapmış olduğunuz tasarımınızla amacınıza ulaştığınız oldu mu?	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar. Fakat daha iyi olabileceğini düşünüyorlar.	Amaçlarına tam ulaşamadıklarını düşünüyorlar.	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.
	Problemi çözebildiniz mi?	Problemi çözebilmiş sayılabileceğini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.

(Devamı arkadadır)

Tablo 4.46.(devamı) *T1 Yansıtıcı Değerlendirme*

MTS Sonu	Sorular	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (4B Koruyucuları)	Grup 3 (Anlaşmaz Dörtlü)	Grup 4 (Dolunay)
Tasarım 1 Yansıtıcı Değerlendirme	Her gruba aynı malzemeler temin edildiğine göre ortaya çıkan tasarımlar aynı mı? Nedenini açıklayınız.	Herkesin bakış açısı farklıydı.	Hayır. Herkesin fikrini biraz benzerdi.	Hayır. Herkesin bakış açısı düşüncesi farklı.	Hayır. Herkesin düşüncesi farklı.
	Diğer grupların oluşturmuş olduğu tasarımlarla sizin tasarımınızın benzer noktaları var mıydı? Varsa benzerlikleri yazınız.	Sadece bir grupta kısmen vardı, bir grup tohumları kilitli poşetlere koymuşlardı.	Bazı yerleri benzemiş olarak belirtmişler.	Evet, bir grup biz gibi etrafını streç filmle kaplamış.	Evet, bazı gruplar biz gibi defne yaprağını kullanmışlar.
	Karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?	Silikon tabancasını ve maket bıçağını kullanırken zorlandık.	Silikon tabancasıyla yapıştırırken zorlandıklarını belirtmişler.	Kriterleri yaparken zorlandık. Dil çubuklarını kesip yapıştırmakta zorlandık.	Silikonla yapıştırma ve zaman yetersizliğinde zorlandık.
	Zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?	Pes etmeyerek aştık.	Öğretmenimizden yardım alarak aştık. Çabalayarak, vazgeçmeyerek.	Grupça pes etmeden çalışarak aştık.	Grupça pes etmeden çalışarak aştık.
Çalışmaya yönelik önerileriniz nelerdir?	Çalışmaya yönelik öneriler; Asla pes etmeyin.	Çalışmaya yönelik öneriler; Grupça birlikte yapılmalı.	Çalışmaya yönelik öneriler; Üstünü kapatın. Estetik olsun. Tohum çeşidi çok olsun.	Çalışmaya yönelik öneriler; Çok çalışmak.	

Tasarım sonunda grupların kendilerini değerlendirdikleri etkinliklerden biri olan yansıtıcı değerlendirme etkinliği içerisinde öğrencilere amaçlarına ulaşip ulaşmadıkları sorulmuş Grup 2 hariç diğer gruplar amaçlarına ulaştıklarını düşünmektedirler. Grup hatta daha iyisinin yapılabileceğini belirtmişlerdir. Problemi çözüp çözemedikleri sorulduğunda Grup 1 hariç diğer gruplar çözebildiklerini düşünmekte olup Grup 1 kısmen çözebildiklerini belirtmişlerdir. Her gruba aynı malzemelerin verildiği, buna bağlı oluşturulan tasarımların nasıl olduğu soruldu, tüm gruplar farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Nedeni sorulduğunda tüm gruplar herkesin düşüncesi, fikirleri farklı olduğu için açıklamalarında bulunmuşlardır. ‘Diğer tasarımlarla sizin tasarımınızın benzeyen yanları var mıydı?’ şeklinde sorulduğunda tüm gruplar “Evet” yanıtını vermiş, gruplar “kilitli poşet kullanma”, “Streç filmi kullanma yeri”, “defne yaprağını kullanma” şeklinde

örneklendirmişlerdir. Tasarım yapımı sırasında en zorlandıkları bölümün araç-gereç kullanımının gerektirdiği yerler olduğundan bahsetmişlerdir. Nasıl üstesinden geldikleri sorulduğunda “Grupça pes etmeyerek, öğretmenimizden destek alarak” ifadelerini kullandıkları görülmektedir. Bu cevap öğrencilerin görüşme yanıtları ile de örtüşme sağlamaktadır. Tasarıma yönelik önerileri sorulduğunda Grup 3 tasarım kriterlerine yönelik önerilerden bahsederken G1, G2 ve G4 “çok çalışın”, “pes etmeyin”, “grupça çalışın” şeklinde daha genel önerilerde bulunmuşlardır. Başka bir tasarım sonu öz ve akran değerlendirme çalışması tasarımın enleri etkinliği ile yapılmıştır. Etkinliğe ilişkin analiz tabloları Tablo 4.47’de gösterilmiştir.

Tablo 4.47. T1 Tasarımın Enleri Akran Değerlendirme

Kriterler	G1	G2	G3	G4
En Dayanıklı	X	X	X	X
En Korunaklı	X	X	X	X
En Ekonomik				X,X,X,X
En Kolay Taşınabilir	X,X,X,X			
En Kolay Ulaşılabilir	X	X	X	X
Ekolojik tehdiye en çok önem veren	X	X,X,X		
En Estetik	X,X,X,X			
Frekans Toplamları	12	6	3	7

T1 tasarımın enleri akran değerlendirme tablosuna göre grupların en başarılı bulunduğu grup, Grup 1 olarak belirlenmiştir. Öğretmen, öğrenci ve kriter değerlendirmelerinin puanlanmasında da en başarılı tasarım ve grup, Grup 1 olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin ayrıntılı değerlendirme ile genel değerlendirme arasında uyum olduğu görülmektedir.

Diğer bir değerlendirme her grubun kendini değerlendirmesi etkinliğidir. T1 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme etkinliği Tablo 4.48’de verilmiştir.

Tablo 4.48. T1 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme

Kriterler	G1	G2	G3	G4
En dayanıklı olan tasarım bizim gruba aitti.		X	X	X
En korunaklı olan tasarım bizim gruba aitti.	X	X	X	
En ekonomik olan tasarım bizim gruba aitti.		X	X	X
En kolay ulaşılabilir malzemeli tasarım bizim gruba ait oldu.	X			X
En kolay taşınabilir olan tasarım bizim gruba aitti.	X			
Ekolojik tehdiye en çok önem veren tasarım bizim gruba aitti.		X		X
En estetik olan tasarım bizim gruba aitti.		X		X
Frekans Toplamları	3	5	3	5

Tablo 4.48'e göre Tasarım 1 kriterleri açısından kendi grubunu en başarılı bulan Grup 2 ve Grup 4 olarak görülmektedir. Grup 2 ve Grup 4 öğretmen, grup değerlendirmeleri sonucunda tasarım ikinciliğini paylaşan gruplardır. Grup 2 tasarım çalışmaları sırasında tasarım estetiğine en çok önem veren, estetik özelliğini yerine getirirken diğer kriterleri atlayan gruptur. Grup 4 ise grup içi uyumsuzlukların en fazla olduğu her öğrencinin kendi fikrinin kabulü için uğraştığı bir gruptur. Tasarım 1 (Tohum Kutusu Tasarım Görevi) fotoğrafları Ek 19'da sunulmuştur.

4.2.3.3. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü kuş evi tasarım görevi grup fasikülleri bulguları. Kuş evi tasarım görevi (T2) nesli tükenme tehlikesi altında olan tohum yayan kuşlarla ilgili bir tasarımdır. Tasarım görevine başlamadan önce öğrencilere kuşların özellikleri, tohum yayan kuşlar ve spesifik olarak keklik, karatavuk, alakarga türlerinin özellikleri ve yuva yapıları konusunda bilgi ve farkındalık kazandırmayı amaçlayan 2 ders saati (40+40) ders planı uygulanmıştır.

Tasarım görevi kuşlarla ilgili senaryo ile başlamaktadır. Senaryo devamında kuşlarla ilgili kısa bilgilendirme metni yer almaktadır. İlk etkinlik senaryoya bağlı olarak öğrencilerin konuyu, problemi, kriter ve sınırlamaları belirlemeye dönük sorgulamalar içermektedir. Tablo 4.49'da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.49. *T2 Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği*

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2	Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Konuyu belirleyebilmişler.	Konuyu belirleyebilmişler.	Konuyu belirleyebilmişler.	Konuyu belirleyebilmişler.
		Problemi belirleyebilmişler.	Problemi belirleyememişler.	Problemi belirleyebilmişler.	Problemi belirleyememişler.
	Problemin Tanımlanması	Kuşların doğada azalma sebeplerini yazmışlar.	Kuşların doğada azalma sebeplerini bir tane yazmışlar.	Kuşların doğada azalma sebeplerini yazmışlar.	Kuşların doğada azalma sebeplerini yazmışlar.
		Kuşların azalma etkileri belirtilmiş.	Kuşların azalma etkileri belirtilmiş.	Kuşların azalma etkileri belirtilmiş.	Kuşların azalma etkileri belirtilmiş.
		Kuş evlerinin neden dayanıklı olması gerektiği tam olarak belirtememiş.	Kuş yuvaları neden dayanıklı olması gerektiği belirtilmiş.	Kuş evlerinin neden dayanıklı olması gerektiği belirtilmiş.	Kuş yuvaları neden dayanıklı olması gerektiği belirtilmiş.
		Senaryonun gruptan beklentisi kısmen ifade edilebilmiş.	Senaryonun gruptan beklentisi ifade edilememiş.	Senaryonun gruptan beklentisi kısmen ifade edilebilmiş.	Senaryonun gruptan beklentisi kısmen ifade edilebilmiş.
		Sadece korunaklılık kriteri olması gerektiği belirtilmiş.	İki kriteri olması gerektiği belirtilmiş.	7 kriteri olması gerektiği belirtilmiş.	Kriter olarak belirtilememiş.

(Devamı arkada)

Tablo 4.49.(devamı) T2 Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği

	MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2	Problemin ve ihtiyaçların Tanımlanması	Problemin Tanımlanması	Sınırlılıklar olarak maliyet belirtilmiştir.	Sınırlılıklar olarak maliyet, malzeme olması belirtilmiştir	Sınırlılıklar olarak maliyet, malzeme, zaman olarak belirtilmiştir.	Sınırlılıklar olarak silikon tabancası ve maket bıçağının dikkatli kullanılması belirtilmiştir.

Tasarım görevi 2 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması problemin tanımlanması etkinliğinde senaryo konusunun tohum yayan kuşlarla ilgili olduğunu belirleyebilmişlerdir, Grup 1 ve Grup 3 hariç diğer gruplar problemi belirleyememişlerdir. Sorgulama tablosunda tohum yayan kuşların doğada azalma sebeplerini Grup 2 (bir sebep belirtebilmiş) hariç tüm gruplar ifade edebilmişlerdir. Kuşların azalmalarının çevreye etkilerini tüm gruplar belirtebilmişlerdir. Senaryonun gruplardan beklentilerini Grup 2 ifade edemezken Grup 1, Grup 3 ve Grup 4 kısmen ifade ettikleri tespit edilmiştir. Kuşevlerinin neden dayanıklılık özelliğine sahip olması gerektiğini Grup 1 tam olarak ifade edemezken diğer gruplar ifade edebilmişlerdir. Tasarımın kriterleri açısından gruplara soru sorulduğunda Grup 1 korunaklılık kriterinden Grup 2 iki kriterden bahsederken, Grup 3 yedi kriterden bahsetmiştir. Grup 4 ise kuşevi kriterleri ile ilgili bir açıklama yapmamıştır. Onları sınırlayan durumların neler olabileceği sorulduğunda Grup 1 “*maliyet*”, Grup 2 “*maliyet, malzeme*” ve Grup 3 “*maliyet, malzeme, zaman*” şeklinde sıralarken, Grup 4 kullanılan araç-gereçler konusunda dikkatli olunması olarak belirtmiştir. Tasarım görevi 2 için problemin tanımlanması etkinliğinde üç grup problemi belirleyemediği, kuşların azalma sebepleri konusunda yorum yapabildikleri, senaryonun gruplardan beklentisini kısmen ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Grupların genel olarak tasarım kriter ve sınırlamalarından bahsedebildikleri görülmüştür.

İkinci etkinlik belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik ihtiyaç belirlemeyi içermektedir. Tablo 4.50’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.50. T2 Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	Gerekli bilgileri araştırmak	Kuşların göç yolları ve kuşlar	Kuş evlerinin nasıl olacağını araştırmalıyız.	Kuşların yaşam alanı ve yediklerini öğrenmek.
	Matematik Açısından	Maliyet ve alan hesaplamayı öğrenmek	Ölçü hesaplamaları nda	Ölçüm yapmaya, geometrik şekilleri hesaplamasını öğrenmek.	Ölçüm ve ayarına göre kesme biçme
	Teknoloji Açısından	Seçilen kuş ile ilgili özelliklerini, hayatını, yaşam yerlerini araştırmak	Araştırma yaparken	Kuşların hayatı ve özelliklerini araştırma yapmayı öğrenmek.	Silikon tabancası ve maket bıçağı
	Mühendislik Açısından	Mühendislerin planlı nasıl çalıştığını ve yaptıkları şeyleri araştırmak	Kriterleri sağlaması için neleri öğrenmeliyiz.	Tasarım yapmayı bilme ve sağlam olmasını sağlama	Tasarım ihtiyacı duyarız.
	Görsel Sanatlar Açısından	Seçilen kuşun yuvası nasılsa ona göre yapmak, renklendirmek	Estetik için	Estetik açıdan süslemeye, renk vermeye, dış görünüşü sağlama.	Estetik ve güzellik

Tasarım görevi 2 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması ihtiyaçların tanımlanması etkinliğinde fen bilimleri, mühendislik, teknoloji, matematik ve görsel sanatlar disiplinleri açısından tüm gruplar ihtiyaç belirleme yapabilmıştır. Teknoloji disiplini açısından Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 araştırma yapma konusunda ihtiyaç belirlerken Grup 4 araç-gereç kullanımını öğrenmeye işaret eden ifadeler kullanmıştır. Mühendislik disiplini açısından Grup 1 bir mühendisin çalışma şekli ile ilgili yorumlamalar yaparken, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 tasarım yapma konusunda ihtiyaç tanımlamıştır. Grup 2 bu durumla ilgili “*Tasarım kriterlerini sağlayabilmek için öğrenmemiz gerekenleri öğrenmeye ihtiyaç duyarız.*” ifadesini kullanmıştır. Eğitim süreci içerisinde grupların ilk defa mühendislik disiplinini tasarım yapmak için kriterleri sağlayabilme ihtiyacı ile ilişkilendirdiği somut olarak tespit edilmiştir. Görsel sanatlarla ilgili tüm gruplar estetik şekillendirme konularında ihtiyaç duyacaklarını belirtmişlerdir. Bu durumla ilgili Grup 1 “*Seçilen kuşun yuvası nasılsa ona göre yapmak, renklendirmek*” şeklinde belirtirken ve Grup 3 “*Estetik açıdan süslemeye, renk vermeye, dış görünüşü sağlama.*” demiştir. Genel olarak tüm gruplara bakıldığında öğrenciler ihtiyaçların

belirlenmesi konusunda disiplin özelinde ihtiyaçlarını belirleyebildiklerini söylemek mümkündür.

Tasarım görevi 2 üçüncü etkinlik problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik hedeflerin belirlenmesini kapsamaktadır. Tablo 4.51’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.51. T2 Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Aşaması

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	Biyçeşitlilik konusunu öğrenmek	Kuşlarla ilgili bilgi sahibi olmak	Kuşlarla ilgili bilgi sahibi olmak	Kuşları tehdit eden faktörleri öğrenmek
	Matematik Açısından	Alan hesaplamayı öğrenmek	Ölçü hesaplamayı	Kuş evinin ölçülerini almayı öğrenmek	Kuş evinin ölçülü alanlarını öğrenmek
	Teknoloji Açısından	İhtiyacımız olan bilgileri araştırmak	Araştırma yapabilmeyi	Kuşların hayatını araştırma yaparak öğrenmek.	Araştırma yapmak
	Mühendislik Açısından	Mühendislerin nasıl çalıştığını, planlı çalışmasını öğrenmek	Kriterleri sağlamasını	Dayanıklı ve sağlam kuş evleri yapmak.	Yap tasarla, tasarım
	Görsel Sanatlar Açısından	Kamufraj sağlamayı öğrenmek	Estetik açıdan düzenleyebilmeyi	Estetik bir yuva tasarlamak	Estetik ve güzel olmalı ve dayanıklılık kriterini sağlamalı

Tasarım görevi 2 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması hedeflerin tanımlanması etkinliğinde fen bilimleri açısından Grup 1 “*biyçeşitliliği öğrenme*” ifadesi kullanarak daha genel ifade kullanmış, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 “*kuşlarla ilgili bilgileri öğrenme, tehdit unsurlarını öğrenme*” ifadelerini kullanmışlardır. Matematik açısından Grup 1 ve Grup 2 alan, ölçü hesaplamaları hedeflerini belirlerken, Grup 3 ve Grup 4 kuş evlerinin ölçülerini belirleme şeklinde daha özelleştirilmiş hedef belirledikleri tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilerin gerçek hayat problemi ile matematik disiplinini ilişkilendirmeye başladığının göstergesi olarak düşünülmektedir. Tüm gruplar teknoloji disiplini ile ilgili araştırma yapabilme davranışına vurgu yapmışlardır. Mühendislik açısından Grup 1 mühendislerin çalışma şeklini öğrenme, diğer gruplar ise tasarım kriterleri sağlama ve tasarım yapmaya işaret etmişlerdir. Görsel sanatlar açısından Grup 2 ve Grup 4 kuş evinin estetik görünüşünden bahsederken, Grup 3 kuşlara uygun estetikte bir

yuva tasarlama hedefi belirlemiş, Grup 1 ise “kamufle olan bir kuş evi oluşturma” hedefi koyarak süreç başından itibaren ilk defa bir grup estetiğin canlılar için korunma gereksinimi ile örtüşmesini hedef aldığı tespit edilmiştir. Bu durum öğrenci gruplarının aynı anda birden fazla kriteri sağlamayı düşünmeye başladıklarını göstermektedir. Öğrenci ve gruplarda STEM eğitiminin bütüncül bakış açısının kazandırılmasında önemli bir adım olduğu düşünülmektedir. Genel olarak tüm grupların hedeflerin belirlemesi çalışmasını uygun şekilde yapabildiği görülmektedir. Mühendislik tasarım sürecinin bu aşaması ile ilgili gözlem notlarında ve gözlem verilerinde grupların ara ara öğretmen desteğine ihtiyaç duydukları belirtilmiştir.

Tasarım görevi 2 dördüncü etkinlik problemin ve ihtiyaçların araştırılması aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik probleme destek konularının araştırılmasını kapsamaktadır. Tablo 4.52’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.52. T2 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması

MTS A.	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması	Fen Bilimleri Açısından	Av kuşlarının korunması için çalışmaların olup olmadığı genelleme cevap verilmiş, vardır koruma amaçlı gibi.	Bir iki cümleyle araştırmaları yapmışlar. Kuş yuva tipleri türe göre değişir demişler ama örnekler verememişler. Bilinçli avcılık ceza verilerek yapılır demişler.	Kuşlarla ilgili araştırmalar yeter düzeyde yapılmış.	Kuş türlerine göre yuva yapısı değişmesine örnek vermemişler. Kuşları korumak için çalışmalar var mıdır sorusuna mantıklı bir cevap verilememiş.
	Matematik Açısından	Matematik açısından araştırma kısmını kısmen yazmışlar.	Maliyet hesaplamasının nasıl yapıldığını kısmen yazmışlar.	Matematik boyutunu yazmamışlar.	Maliyet hesaplamasının nasıl yapıldığını kısmen yazmışlar.
	Teknoloji Açısından	Tasarımda teknolojik araç gereçlerin kullanılma gerekçesini tam olarak açıklayamamışlar.	Teknoloji boyutunu kısmen yazmışlar.	Teknoloji boyutunu yazmamışlar.	Teknoloji boyutunu kısa yazmaya çalışmışlar.
	Mühendislik Açısından	Uygun ebatı ayarlamak için hangi malzemelerin kullanılması gerektiğini doğru ifade edememişler.	Uygun ebatı ayarlamak için hangi malzemelerin kullanılması gerektiğini doğru ifade edememişler.	Mühendislik açısından gelişmiş güzel doldurmalar yapılmış.	Mühendislik açısından gelişmiş güzel doldurmalar yapılmış.

(Devamı arkada)

Tablo 4.52.(devamı) T2 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması

MTS Aşamaları	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması	Görsel Sanatlar Açısından	Kamufleajı sağlamaktan bahsetmişler. Görselliği sağlamaktan bahsetmişler.	Görsel sanatlar kısmını geçştirmişler.	Estetik görünümü sağlamak.	Dayanıklılıktan bahsetmişler.

Tüm gruplar fen bilimleri disiplin alanına yönelik hazırlanan araştırma sorularını genel itibariyle cevaplayabilmişlerdir. Fakat av kuşlarının korunmasına yönelik ülkemizde yapılan çalışmanın olup olmadığı varsa örneklendirmeleri istenmiştir. Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 genel ifadelerle var olduğunu belirtmişler fakat örneklendirme yapamamış oldukları tespit edilmiştir. Grup 3 ise soruya tam cevap vermiştir. Matematik, mühendislik ve teknoloji boyutu açısından araştırmaları kısmen yerine getirdikleri bazı bölümleri özensiz yaptıkları bazı bölümleri boş bıraktıkları tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili öğrencilere görüşme sırasında tasarımlarda en çok zorlayan bölümün hangi bölüm olduğu sorulduğunda bazı öğrencilerin “*Sorulara cevap yazdığımız tablolar ve yazma kısımları*” olduğunu ifade ettiği görülmektedir. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmaktadır.

Öğrenciler tasarım bölümüne kadar olan sorgulama, araştırma, çözüm üretme, en iyi çözüme karar verme, taslak çizimlerini yapma gibi etkinliklere sorgulama, tartışma, yazma gerektirdiği için prototip oluşturma aşamasına göre daha isteksiz yaklaşıyorlar. ve Öğrencilere tasarım öncesi yapılan etkinliklerle ilgili bir mühendisin plan-proje defteri gibi düşünmelisiniz. Prototipi oluştururken ve sonrasında fasiküle bakarak düzenlemeniz amacınıza ulaşmanızda etkili olur gibi yönlendirmeler yapıldı.” ve “Öğrenciler tasarım sonunda değerlendirme yapılacağını ve en iyi tasarım, en başarılı grup belirlemesi yapılacağı için Tasarım 1’e göre daha dikkatli ve özenliler. (25.03.2023)

Görsel sanatlara yönelik araştırmalar genel olarak estetik görünümünden bahsettikleri, Grup 1’in kamufleaj kavramına değindiği görülmektedir. Bu süreçler takip edilirken öğrencilerin öğretmen desteğine daha az ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Başka bir gözlem notunda gözlemci “*Öğrencilerin doğru araştırma nasıl yapılır ve notlar nasıl düzenlenir konularında daha doğru davranışlar sergileniyor. Arama motoru üzerinden uygun anahtar kelime yazılıyor. Çıkan sayfadan bazı bilgi kaynakları seçilip okuma yapılıyor, notlar alınıyor.*” şeklinde ifade edilmiştir. Öğrenci tasarım fasikülleri, gözlem formları, gözlem notları ve öğrenci görüşmelerinden elde edilen verilere göre öğrencilerin yazma davranışını gerçekleştirme, doğru araştırma yapma, grupça tartışma, ortak ifadeler oluşturma konularında daha yüzeysel davranışlar sergiledikleri tespit edilmiştir. Süreç içerisinde belirtilen davranışlarda gelişim saptanmıştır.

Tasarım görevi 2 beşinci etkinlik olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasıdır. Belirlenen tasarım problemine bağlı olarak öğrencilerin tartışma, tanımlama, araştırma sorgulama yapma, fikirler üretme ve çözümler sunmasını ve geliştirmesini kapsamaktadır. Tablo 4.53’de grupların etkinlik kağıt analizleri yer almaktadır.

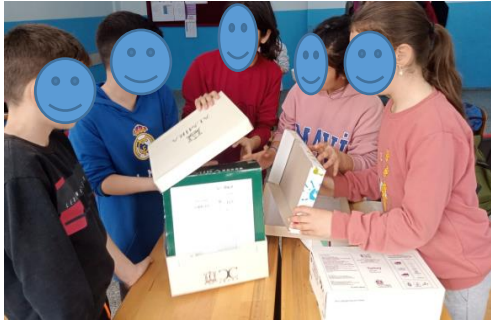
Tablo 4.53. T2 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Aşamaları

MTS Aşamaları	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Malzeme Analiz Tablosu	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi. Olabildiğince kısa yazmışlar çünkü yazmayı sevmiyorlar.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmeye çalışılmış. Fakat bazı malzemelerin detaylı açıklamaları eksik bırakılmış.
	Taslak Çizim	Taslak çizim çok önemsenmemiş	Taslak çizim çok önemsenmemiş.	Taslak çizim yapılmış	Taslak çizim çok önemsenmemiş.

Bu aşamada araştırmacı tarafından hatırlatmalar yapılmış, tüm gruplar malzeme analiz ve çözüm tablosunu uygun şekilde doldurmuş, sadece Grup 4’ün bazı malzeme ve çözüm önerileri için gerekçelendirme bölümlerini boş bırakmış olduğu tespit edilmiştir. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmıştır.

Malzeme Analiz ve Çözüm Tablosuyla öğrenciler Tasarım 1’den deneyimli oldukları için daha az zorlanıyorlar. Tablo, Tasarım 2’de öğretmen eşliğinde fakat daha az destekle, herhangi bir yönlendirme yapmadan grupların doldurması sağlanmaya çalışıldı.”, “Öğrenciler fikir üretme konusunda daha iyi durumdadır (bir veya iki fikir üretme yerine herkesten bir fikir alma şeklinde) fakat her öğrenci kendi fikri uygulansın istediği için bazı gruplarda uyuşmazlıklar yaşanabiliyor.”, “Öğrenciler zorlansalar da fikir üretmek istiyor ama not almak istemiyor, yazdıklarının bir mühendisin plan proje defteri gibi yaklaşımları, etkinlik kağıtlarının problemi çözüme yol haritası gibi düşünülmesi gerektiği uyarıları yapıldı. (01.04.2023)

Durumla ilgili öğrencilerden görüşmeler sırasında STEM eğitimini değerlendirmeleri istendiğinde önceden herhangi bir konuda fikir üretmekte zorlanırken eğitimden sonra bir konuda fazlaca fikir üretebildiklerini belirtmişlerdir (Ö2, Ö9, Ö12 vb). Öğrencilerin olası çözümler geliştirmeye çalışırken tartışma anlarından kesitler Resim 4.5’te verilmiştir.

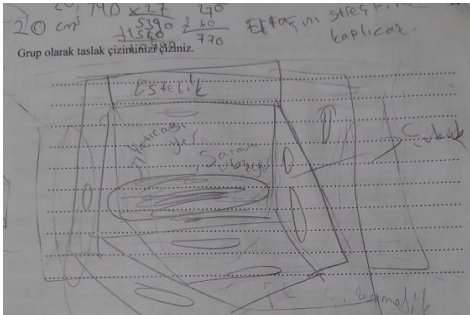


Resim 4.5. Grupların olası çözümler geliştirme süreçleri

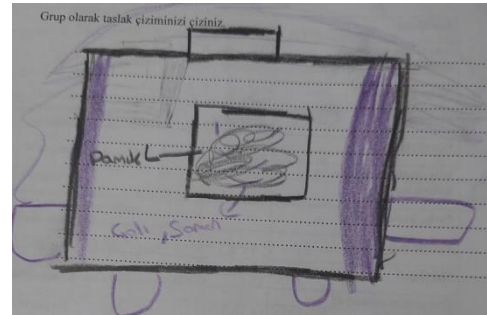
Taslak çizimler konusunda grupların bir an önce tasarıma geçmek için önemsemedikleri görülmüştür. Taslak çizimleri oluşturma kısmında gözlem notlarında aşağıdaki ifadelerle anlatılmıştır.

Sadece bir çizim yapmaya çalışıyorlar, alternatif çizimler oluşturmuyorlar. Ayrıca çizimleri yapma konusunda çok başarılı değiller. Çizimlerin aslına uygun olması ona göre çizimler yapılması konusunda Ara ara yönergeler verildi.” ve “Öğrenciler prototip oluşturma sırasında taslak çizimlere çok bağlı kalıyorlar.” (01.04.2023)

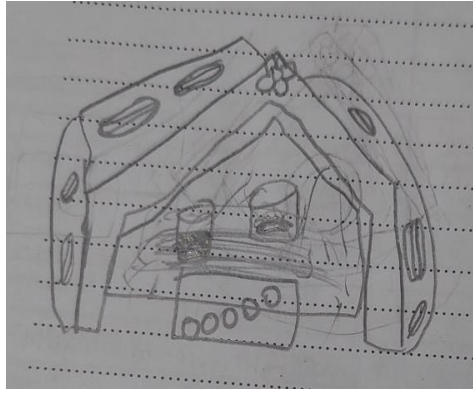
Öğrencilerin Tasarım 2 için genel olarak bu aşamada kısmen yeterli oldukları düşünülmektedir. Grupların Tasarım 2 için taslak çizimleri Resim 4.6’da verilmiştir.



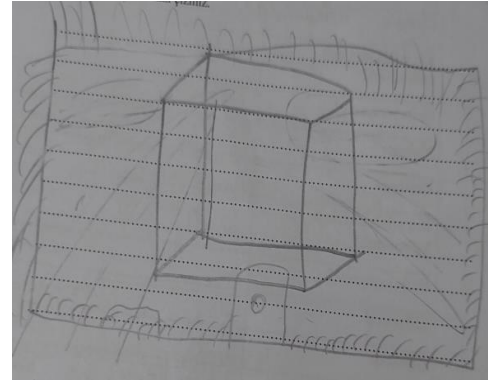
Grup 1 Çizimi



Grup 2 Çizimi



Grup 3 Çizimi



Grup 4 Çizimi

Resim 4.6. Grupların tasarım 2 için taslak çizimleri

Tasarım görevi 2 altıncı etkinlik en iyi çözümün seçilmesi aşaması belirlenen olası çözümlerden yola çıkarak kriterler, malzemeler ve seçilen malzemelerin kriter ve çözüme katkısı açısından karar vermeye yönelik bir çalışmadır. Tablo 4.54’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.54. T2 En İyi Çözümün Seçilmesi Aşaması

MTS Aşamaları	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2	En İyi Çözümün Seçilmesi	Özenli olarak açıklamışlar.	Tabloyu özenerek yazmışlar.	Dışını tahta parçalarıyla kaplamayı yapmadılar. Karanlık yapmayı planlamışlar ama yetersiz kalmış, ekleme yaptılar.	Özenli açıklamamışlar.
	Kriter Çözüm Malzeme Tablosu oluşturma	Olumlu/Olumsuz yönlerini kısmen yerine getirmişlerdir.	Olumlu/Olumsuz yönleri yazmışlar.	Olumlu/Olumsuz yönleri belirtilmiş.	Olumlu/Olumsuz yönlerini kısmen yerine getirmişlerdir.

Tasarım görevi 2 en iyi çözümün seçilmesi etkinliğinde Grup 1 ve Grup 2 tüm kriterlere uygun en iyi çözümü seçme ve açıklama konusunda görevlerini yerine getirirken Grup 3’ün 5 kriterle ilgili görevleri yerine getirdiği, 2 kriteri kısmen yapabildiği, Grup 4’ün ise istenen görevi tam olarak yapmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda her bir çözümün olumlu olumsuz yanlarını belirleme konusunda Grup 2-3 gerekli yorumlamaları yerine getirirken Grup1 ve Grup 4’ün kısmen yerine getirdiği görülmüştür. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

Birbirlerinin sunduğu kriter çözümleri ile ilgili yorum yapma, karşılaştırma, en uygun çözümü seçmede bazen kararsız kaldıkları durumlar gerçekleşiyor. Farklı fikirler, içinden en iyisini seçme

konusunda Tasarım 1 sürecine göre daha iyi durumdadır fakat zorlanıyorlar. Belli aralıklarla hatırlatmalar, uyarılarla bu aşamada yapmaları gerekenler yineleniyor (01.04.2023)

Öğrencilerin Tasarım 2 için genel olarak bu aşamada Tasarım 1'e göre gelişim sağladıkları fakat kısmen yeterli oldukları düşünülmektedir. Grupların en iyi çözüm tabloları Resim 4.7'de verilmiştir.

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Durability	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Durability	Olumlu
Korunabilirlik	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Korunabilirlik	Olumlu
Ekonomiklik	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Ekonomiklik	Olumlu
Uygun Genişlik	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Uygun Genişlik	Olumlu
Uygun Sıcaklık	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Uygun Sıcaklık	Olumlu
Kullanılabilirlik	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Kullanılabilirlik	Olumlu
Estetik	Etiketli kaplamalar	Siyah folyo	Estetik	Olumlu

Grup 1 Tablosu

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Durability	Karton	Karton	Durability	Olumlu
Korunabilirlik	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Korunabilirlik	Olumlu
Ekonomiklik	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Ekonomiklik	Olumlu
Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Olumlu
Uygun Sıcaklık	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Uygun Sıcaklık	Olumlu
Kullanılabilirlik	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Kullanılabilirlik	Olumlu
Estetik	Uygun Genişlik	Uygun Genişlik	Estetik	Olumlu

Grup 2 Tablosu

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Durability	Karton	Karton	Durability	Olumlu
Korunabilirlik	Karton	Karton	Korunabilirlik	Olumlu
Ekonomiklik	Karton	Karton	Ekonomiklik	Olumlu
Uygun Genişlik	Karton	Karton	Uygun Genişlik	Olumlu
Uygun Sıcaklık	Karton	Karton	Uygun Sıcaklık	Olumlu
Kullanılabilirlik	Karton	Karton	Kullanılabilirlik	Olumlu
Estetik	Karton	Karton	Estetik	Olumlu

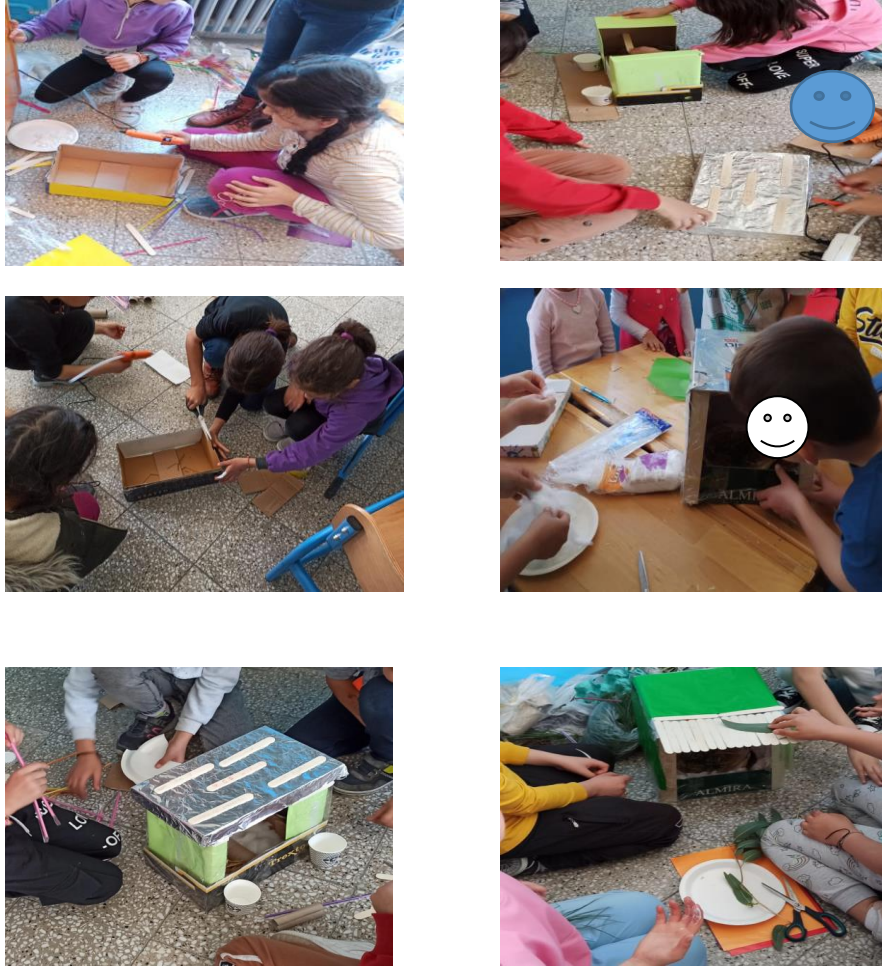
Grup 3 Tablosu

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Durability	Delt	Karton	Durability	Olumlu
Korunabilirlik	Delt	Karton	Korunabilirlik	Olumlu
Ekonomiklik	Delt	Karton	Ekonomiklik	Olumlu
Uygun Genişlik	Delt	Karton	Uygun Genişlik	Olumlu
Uygun Sıcaklık	Delt	Karton	Uygun Sıcaklık	Olumlu
Kullanılabilirlik	Delt	Karton	Kullanılabilirlik	Olumlu
Estetik	Delt	Karton	Estetik	Olumlu

Grup 4 Tablosu

Resim 4.7. Grupların en iyi çözüm tabloları

Tasarım görevi 2 yedinci etkinlik prototip oluşturulması aşaması öğrencilerin biyoçeşitliliğin önemi ve nesli tehdit altında olan canlıların korunması ve uygun ortamların sunulması için sunulan çözümlere göre prototip oluşturmaya yönelik bir çalışmadır. Prototip oluşturma aşamasında öğrenciler oldukça istekli fakat Grup 1 ve Grup 2 hariç diğer gruplar grup çalışması konusunda uyumsuzluklar yaşamaya devam etmektedirler. Grup 1 ve Grup 2 hariç diğer gruplarda daha çok bireysel hareketler mevcut olduğu görülmüştür. Gözlemci notlarında prototip oluşturma süreci ile ilgili "Gruplar prototip oluşturma konusunda istekli fakat grupça tartışarak prototip oluşturma, tasarım öncesi analiz, sorgulama tablolarını takip etme, tasarım kriterlerini bir sıra dahilinde yerine getirme ve taslak çizimleri takip ederek tasarım oluşturma konusunda uygun davranışları sergileyememektedirler." şeklinde yer almaktadır. Aşağıdaki fotoğraflarda grupların prototip oluşturma süreçleri Resim 4.8'de yer almaktadır.



Resim 4.8. Grupların prototip oluşturma süreçleri

Gruplar tasarımlarını oluştururken karton kutuların ölçülerini (en-boy-yükseklik) alarak alan ve hacim hesaplamaları yapmışlardır. Seçilen kuşun ölçülerine uygun olup olmadığını grup içinde tartışarak ve ortak karar vererek tasarımı oluşturmuşlardır.

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 19 \\ \hline 234 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 265 \\ \times 19 \\ \hline 236 \\ 495 \\ \hline 5035 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 494 \\ 46 \\ \hline 964 \\ 66 \\ \hline 930 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38 \\ + 38 \\ \hline 76 \\ + 116 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1444 \\ \times 21 \\ \hline 2888 \\ 2888 \\ \hline 30324 \approx 30 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ \times 20 \\ \hline 620 \\ + 620 \\ \hline 1240 \\ + 1240 \\ \hline 2480 \end{array}$$

$$19.220 \text{) } 19 \text{ santimetre kupa}$$

Resim 4.9. Seçilen kuşun ölçülerine uygunluk hesaplamaları

Tasarım görevi 2 sekizinci etkinlik çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin test edilip değerlendirilmesi, maliyet hesaplama, tasarım içi sıcaklık ölçülmesi ve kontrolü yapılan etkinlikleridir. Maliyet hesaplama ile ilgili işlemleri gösteren kesitler Resim 4.10'da verilmiştir.

MALZEME	TUTAR
Pamuk	
Alüminyum folyo 15 metre	45 TL = 3
Stres Film	
6'lı Bant	30 TL = 5
Reaktif Döl çubukları	50 TL = 22 75 TL = 30
Renkli Pipet	100 TL = 3 75 TL = 2,5
E işi kağıdı	10 TL = 1 3 TL = 3
Kağıt tabak	
Silikon	500 TL = 10 10 TL = 10
TOPLAM TUTAR: 83,5	

MALZEME	TUTAR
Pamuk	
Alüminyum folyo	50 TL
Stres Film	8,25
6'lı Bant	1 TL
reaktif döl çubukları	10 TL
E işi kağıdı	5 TL
Kağıt tabak	1 TL
Silikon	12,5 TL
TOPLAM TUTAR: 59,25	

MALZEME	TUTAR
Pamuk	14 TL
Alüminyum folyo	1 metre = 3 TL
Stres Film	2 metre = 80 krs -
Bant	6'lı Bant = 5 TL
Reaktif Döl çubukları	37 TL
Renkli Pipet	37,5 TL =
E işi kağıdı	2 TL
Kağıt tabak	1 TL
Silikon	25 TL
TOPLAM TUTAR: 96 TL 59 krs	

MALZEME	TUTAR
Pamuk	14 TL
Alüminyum folyo	1 metre Lillikale = 3
Stres Film	2 metre = 80 krs
Bant	6'lı Bant = 5 TL
Reaktif döl çubukları	37 TL
Renkli Pipet	37,5 TL =
E işi kağıdı	2 TL
Kağıt tabak	1 TL
Silikon	20 TL
TOPLAM TUTAR: 56,5	

Resim 4.10. Maliyet hesaplama ile ilgili işlemleri

Öncelikle tüm gruplar araştırmacıdan öğrendiği ürünlerin ücretlerini tek tek kaydetmişlerdir. Verilen değer üzerinden birim tutarını hesaplamışlar ve kullandıkları madde miktarının maddi değerini bulmuşlardır. Bütün malzemeler için ayrı ayrı grubun kullandığı malzemelere eşdeğer maddi değerlerini toplayarak tasarımlarının maliyetini hesaplamışlardır. 150 lira altında ve üstünde kalan gruplar belirlenmiş ve çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosuna değerlendirmelerini not etmişlerdir. Fakat yapılan değerlendirmeler sonucunda tüm grupların maliyet sınırlamasını aşmadığı tespit edilmiştir. Bu anlamda gruplar bu sınırlamaya uymuşlardır. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki şekilde anlatılmaktadır.

Tüm gruplara aynı anda araştırmacı kontrolünde her bir malzemenin maddi değeri verilir grupların birim değeri ve kullandıkları kadarının maddi değerini hesaplamaları için süre verildi. En son bütün malzemelerin toplanması için gruplara ek süre verildi ve maliyet hesaplama davranışı öğrencilere kazandırılmaya çalışıldı. Grupların hesaplama konusunda kısmen zorlandıkları gözlemlendi. (15.04.2023)

Tasarım içi sıcaklığı belirlemek için her bir grubun termometre yardımıyla sıcaklık ölçümleri yapmalarına ve buldukları değeri kaydetmelerine izin verilmiştir. Tüm gruplar için yaptıkları tasarımın 20-25 °C değer aralığını sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmiştir. Gruplar ölçüm değerlerini ve değerlendirmelerini çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosuna not etmişlerdir. Tablo 4.55'te grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.55. *T2 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Aşaması*

MTS Aşama	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi	Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi	Korunaklılığı kamuflej ile sağlamaya çalışmışlar. Tam sağlamadığını düzeltmeleri gerektiğini ifade ediyorlar. Diğerleri açıklanmış.	Ekonomiklik ve estetik için ek ot çalı kozalak gerekebilir, demişler. Uygun genişlik ve sıcaklığı kısmen ifade edebilmişler, fakat hesaplamalar yapılmış.	Korunaklılık ve uygun sıcaklık için düzenleme gerektiğini belirtmişler.	Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosu özenli doldurulmamış. Fakat hesaplamalar yapılmış
	Maliyet Hesaplama	Hesaplama yapılmış. 94,55 Lira bulunmuş	Hesaplama yapılmış. 56,5 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 83,5 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 50,25 Lira bulunmuş.
	Tasarım içi sıcaklık (20-30°C) Tasarım Ölçüleri (40x20x20=16 cm ³ en az/en fazla 30cm ³)	25 °C 30x29x27=20,7 cm ³	26 °C 30x29x20=17,5 cm ³	29 °C 20x31x31=19 cm ³	24 °C 38x38x21=30cm ³

Gruplar kendi tasarımlarını kriterler açısından test edip değerlendirmişler, düzenleme gereken bölümleri belirlemişlerdir. Grup 1 tasarımın korunaklılığını kamuflej açısından açıklamaya çalışmış fakat tam olarak kriteri sağlamadığını düşündükleri için düzenlemesi gereken durum olarak belirlemişlerdir. Grup 2 ekonomikliği ve estetiği sağlama açısından düzenleme gerektiğine karar vermiş ve estetik için “Bir sonraki derse doğadan, ot, çalı, kozalak gibi doğal maddeler toplayıp getirelim.” şeklinde karar almışlardır. Grup 3 uygun sıcaklığın ve korunaklığın sağlanması için yalıtımı artırmak gerektiği düzenleme kararı almışlardır. Grup 4’ün ise bu bölümü tam olarak etkili bir şekilde kullanmadığı tespit edilmiştir. Grupların tasarım ebatları, sıcaklığı ve maliyet hesaplamaları konusunda kriterleri sağladığı tabloda görülmektedir. Gözlemci notlarında bu aşama ile ilgili aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir.

Bu bölüm hesaplama bölümleri öğrencilere zorlayıcı geldiği için rehber rolünde öğretmen eşliğinde yapıldı. Öğretmen tarafından öğrenci işlemlerine müdahale edilmedi. Gruplar kriterleri tabloya

yerleştirdi. Kriterlerin test edilip değerlendirilmesi sırayla gruplar tarafından ifade edilmesi sağlandı. Öğretmen kontrolünde her bir malzemenin kullanılan miktarının değeri yazılıp toplam maliyet hesaplanarak 150 lira sınırının aşılıp aşılmadığı değerlendirildi. Kuş evleri estetik açıdan değerlendirildi. (08.04.2023)

Grupların belirlediği düzenlemeleri yerine getirmeleri için ek süre (20 dk.) verilmiş, yerine getirmeleri sağlanmıştır. Genel olarak Tasarım 2 çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşaması ile ilgili grupların yeterli hale geldikleri düşünölmektedir.

Tasarım görevi 2 dokuzuncu etkinlik çözümlerin sunulması aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin diğer gruplara anlatılması ve grupların değerlendirmesini kapsayan çalışmadır. Gruplar öncelikle istasyon tekniği ile tasarımları dolaşarak estetik açıdan diğer grupları değerlendirmiş kendi grupları hariç diğer gruplara 3 puan üzerinden sıralama puanı vermişlerdir. Her grubun tasarımları estetik açıdan değerlendirilmiştir.

Tablo 4.56. *Grupların Tasarımı Estetik Açıdan Değerlendirmesi*

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 1		3	2	1
Grup 2	2		1	3
Grup 3	2	3		1
Grup 4	3	2	1	
Toplam	7	8	4	4
Grup Sıralaması	2.	1.	3.	3.

Değerlendirme sonunda Grup 3 ve Grup 4 üçüncölüğü paylaşırken Grup 1 ikinci, Grup 2 ise birinci olmuşlardır. Elde edilen değerler sunum sonrasında değerlendirme sürecinde Tasarım görevi 2 için en başarılı grubu belirlerken kullanılmıştır. Tablo 4.57’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.57. *T2 Çözümlerin Sunulması Aşaması (***) Kazanan Grup)*

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler) ***
Tasarım 2 Çözümlerin Sunulması	T2 değerlendirmesi	Sunumlar Değerlendirmeler (19 Onay, 3 Geliştirilmeli, 9 Red)	Sunumlar Değerlendirmeler (17 Onay, 7 Geliştirilmeli, 7 Red)	Sunumlar Değerlendirmeler (10 Onay, 15 Geliştirilmeli, 6 Red)	Sunumlar Değerlendirmeler (17 Onay, 14 Geliştirilmeli, 0 Red)
		Toplam Puanlar	41+12= 53	41+11=52	35+6= 41
Yanlı yapılan her kriter puanlamasından gruplar 1 puan kaybettiler. Maliyet, tasarım içi sıcaklığı, hacim değerleri, estetik değerlendirmelerinden ekstra 1 puan kazandılar.					

Tasarımlarına ilişkin yaptıklarını kriter odaklı olarak diğer gruplara anlatmışlar, dinleyici gruplar ve öğretmenler de her bir kriteri tasarımın sağlayıp sağlamadığına ilişkin değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Değerlendirmeler sonucunda Grup 1 kriterleri sağlama

açısından 19 Onay, 3 Geliştirilmeli değerlendirmesi alırken, Grup 2 17 Onay 17 Geliştirilmeli; Grup 3 10 Onay, 15 Geliştirilmeli; Grup 4 ise 17 Onay 14 Geliştirilmeli değerlendirmesi almışlardır. Tasarım değerlendirmelerine göre Tasarım 2 için en başarılı grup Grup 4 olarak belirlenmiştir. Gözlemci notlarında bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

Gruplar sunum yapmaya daha alıştılar. Sunumu tasarım kriterleri açısından hangi kriteri nasıl sağlamaya çalıştıklarını anlatmaya çalıştılar. Arkadaşları aynı zamanda not alarak grupça o kriter açısından grubun sunumunu değerlendirme tablosu üzerinden değerlendirdiler. Sonrasında bir sonraki kriterine geçerek sunum ve değerlendirmeler devam etti. Sunum sonunda dinleyici gruplar sunum grubunu spontane bir şekilde eleştirmeye başladılar. ‘Şu kriteri sağlamak için şu şekilde yapabiliriz, bu malzemeyi ekleyebiliriz, neden yapmadınız gibi yorumlar yapıp grubun açıklamasını istediler. Örnek diyaloglar gözlem analizleri bölümünde verilmiştir.’ Öğrencilerin herhangi bir yönlendirme olmadan kendiliğinden tartışma ortamı oluşturması eğitim sürecinin öğrenciler üzerindeki etkisini somut olarak ortaya koyduğu durumlardan biri oldu. (15.04.2023)

Görüşmeler sırasında öğrencilere eğitimin katkıları sorulduğunda katkılar arasında belirttikleri sunum becerilerinin gelişmesiydi (Ö3, Ö9, Ö16). Öğrenciler sunum sırasında genel olarak kriter odaklı sunumlar yaptıkları, dinleyici grubun dinleyip değerlendirdikleri ve eleştiriler sundukları ve sunum grubunun kendi tasarımını savunabildiği tespit edilmiştir. Verilen eğitimin öğrencilerin etkinlik kağıtları, gözlem notları ve görüşme ifadeleri dikkate alındığında sunum, iletişim becerilerinin geliştirdiğini söylemek mümkündür.

Tasarım görevi 2 onuncu etkinlik yeniden tasarlama aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin grupların değerlendirmesi sonrası belirlenen revizyonların yerine getirilmesini kapsayan çalışmadır. Tablo 4.58’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.58. T2 Yeniden Tasarlama Aşaması

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2	Belirlenen Eksiklikleri Tamamlama	Tasarımın üstünü yosunlarla kaplamak. Daha doğal görünsün diye. Eklemeler yapıldı.	Yemlik eklemek. Eksik kalan yere ek streç film eklemek. Eklemeler yapıldı.	Suluk yapma Süsleme Dayanıklılık artırmak. Eklemeler yapıldı.	Kaplamaya ekleme yapmak. Eklemeler yapıldı.

Tasarım sunumları sırasında diğer grupların tasarımları eleştirmesi ile ortaya çıkan revizyon noktalarını değerlendirdiler. Buna göre Grup 1 tasarımı yosunlarla kaplamaya, Grup 2 yemlik ekleme ve streç film eklemesine, Grup 3 suluk koyma, estetik ve dayanıklılık artırmaya, Grup 4 ise tasarım dışını kaplamaya karar verdiler ve düzenlemelerini gerçekleştirdiler. Tasarım 1’e göre grupların tasarımın eksikliklerinin

farkında oldukları, çözüm odaklı yaklaşıtları tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında sunum ve yeniden tasarım bölümüyle ilgili fikirleri sorulduğunda öğrenciler sunumlar sırasında eksikliklerini daha iyi fark ettiklerini tamamladıklarını, birbirlerinin tasarımlarından ve fikirlerinden yeni şeyler öğrendiklerini belirtmişlerdir (Ö1, Ö2, Ö8, Ö16). Etkinlik kağıtları, gözlem verileri ve görüşme analizleri dikkate alındığında öğrencilerin sunum ve yeniden tasarım konusunda gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Tasarım görevi 2 on birinci etkinlik yansıtıcı değerlendirme içeren çalışmadır. Biten tasarımın problem durumunun tanımlanmasından yeniden tasarlama sürecine kadar geçen sürecin öz ve akran değerlendirmelerle gözden geçirilmesini sağlanması, değerlendirilmesidir. Tablo 4.59'da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.59. T2 Yansıtıcı Değerlendirme

MTS Sonu	Sorular	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Yansıtıcı Değerlendirme	Yapmış olduğunuz tasarımınızla amacınıza ulaşmış oldunuz mu?	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.
	Problemi çözebildiniz mi?	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Dış görünüşünü çözebildiklerini, iç kısmını çözeemediklerini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.
	Her gruba aynı malzemeler temin edildiğine göre ortaya çıkan tasarımlar aynı mı? Nedenini açıklayınız.	Herkesin bakış açısı farklıydı.	Hayır farklıydı. Herkesin fikrini birleştirdik.	Aynı malzemelerle farklı tasarımlar çıktı. Çünkü kriterleri sağlama şekli farklı olduğunu belirtmişler.	Hayır.
	Diğer grupların oluşturmuş olduğu tasarımlarla sizin tasarımınızın benzer noktaları var mıydı? Varsa benzerlikleri yazınız.	Vardı, bir grup dışını bizim gibi el işi kağıtları ile kapladılar.	Olmadığını belirtmişler.	Yeşil kaplamalar, kuluçka bölümü ve saman olarak belirtmişler.	Hayır
Karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?	Düşünmekte zorlandık. Silikon tabancasını kullanırken zorlandık.	Yapıştırma zorlandık.	Yapıştırırken zorlandık.	Streç filmle kaplamak.	

(Devamı arkada)

Tablo 4.59.(devamı) T2 Yansıtıcı Değerlendirme

MTS Sonu	Sorular	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Doğa Koruyucuları)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 2 Yansıtıcı Değerlendirme	Zorlukların üstesinden nasıl geldiniz? Çalışmaya yönelik önerileriniz nelerdir?	Tasarıma daha çok odaklanarak aştık. Çalışmaya yönelik öneriler; Asla pes etmeyin. Planlı olun. Herkesin fikirlerini alın. En uygun olan fikri uygulayın. Ya da herkesin fikirlerini uygulayın.	Çalışarak Çalışmaya yönelik öneriler; Kutuları çok dikkatli birleştirin. Bu iş çok iyi, bu tarz çalışmalar yapın.	Dikkatli olup sakin kalarak aştık. Çalışmaya yönelik öneriler; Kriterlere dikkat ederek çalışsınlar.	Öğretmenimiz ve arkadaşlarımızdan destek alarak. Çalışmaya yönelik öneriler; İçini alüminyumla kaplamak.

Tasarım sonunda grupların kendilerini değerlendirdikleri etkinliklerden biri olan yansıtıcı değerlendirme etkinliği içerisinde öğrencilere amaçlarına ulaşip ulaşmadıkları sorulmuş tüm gruplar amaçlarına ulaştıklarını düşünmektedirler. Problemi çözüp çözemedikleri sorulduğunda Grup 3 hariç diğer gruplar çözebildiklerini düşünmekte olup Grup 3 ise iç kısmını düzenlemeyi kısmen çözebildiklerini belirtmişlerdir. Her gruba aynı malzemelerin verildiği çıkan tasarımların nasıl olduğu soruldu, tüm gruplar farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Nedeni sorulduğunda tüm gruplar herkesin düşüncesi, fikirleri farklı olduğu için açıklamalarında bulunmuşlardır. Grup 3 ayrıca “*grupların kriterleri sağlama şekli farklı olduğu için*” ifadesini kullanmıştır. “*Diğer tasarımlarla sizin tasarımınızın benzeyen yanları var mıydı?*” şeklinde sorulduğunda Grup 1 ve Grup 3 “*Evet*” yanıtını, Grup 2 ve Grup 4 “*Hayır*” yanıtını vermişlerdir. Grup 1 diğer gruplarla benzeyen noktalarını “*bir grup dışını bizim gibi el işi kağıtları ile kapladılar.*” şeklinde ifade ederken Grup 3 ise “*Yeşil kaplamalar, kuluçka bölümü ve saman*” şeklinde örneklendirmişlerdir. Tasarım yapımı sırasında en zorlandıkları bölümün araç-gereç kullanımının olduğu bölümler olduğundan bahsetmişlerdir. “*Tasarımı yapıştırmakta, silikon tabancasını kullanmakta, streç filmle kaplamakta*” şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Grup 1’in ayrıca “*Düşünmekte zorlandık.*” şeklinde ifade kullandığı görülmüştür. Nasıl üstesinden geldikleri sorulduğunda gruplar “*Tasarıma odaklanarak, öğretmenimiz ve arkadaşlardan destek alarak, dikkatli ve sakin kalarak, çalışarak*” ifadelerini kullandıkları görülmektedir. Bu cevap öğrencilerin görüşme yanıtları ile de örtüşme sağlamaktadır. Tasarıma yönelik önerileri sorulduğunda Grup 3 tasarım kriterlerine yönelik önerilerden bahsederken G1, “*Asla pes etmeyin. Planlı olun. Herkesin fikirlerini alın. En uygun olan fikri uygulayın. Herkesin fikrini uygulayın.*”; Grup 2 “*Kutuları çok dikkatli birleştirin. Bu iş çok iyi, bu tarz çalışmalar yapın.*”; Grup 3

“Kriterlere dikkat ederek çalışın.”; Grup 4 ise “İçini alüminyumla kaplamak.” şeklinde öğrencilerin eğitim süreci, tasarım süreci, tasarımlar konularında olumlu yönde dönütler sağladığı görülmektedir. Nitekim görüşmelerde öğrenciler “*Pes etmemeyi öğrendik, azimli olmayı öğrendik, öngörülü olmayı öğrendik. Grupta farklı arkadaşlarımızın fikirleri ile birçok fikrimiz oldu, daha çok öğrendik.*” şeklinde düşüncelerini belirtmişlerdir.

Diğer tasarım sonu, öz ve akran değerlendirme çalışması Tasarımın Enleri etkinliği idi. Etkinliğe ilişkin analiz tabloları Tablo 4.60’da gösterilmiştir.

Tablo 4.60. T2 Tasarımın Enleri Akran Değerlendirme

Kriterler	G1	G2	G3	G4
En Dayanıklı	X		X	X,X
En Korunaklı	X,X,X	X		
En Ekonomik	X			X,X,X
En Uygun Ölçülü	X	X,X	X	X
En Kolay Ulaşılabilir	X,X,X	X		
En Uygun Sıcaklık		X	X,X	X,X
En Estetik	X,X	X	X	
Frekans Toplamları	11	6	5	8

T2 tasarımın enleri akran değerlendirme tablosuna göre grupların en başarılı bulunduğu grup, Grup 1 olarak belirlenmiştir. Fakat öğretmen, öğrenci ve kriter değerlendirmelerinin puanlanmasında en başarılı tasarım ve grup, Grup 4 olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin ayrıntılı değerlendirme ile genel değerlendirme arasında fark olduğu görülmektedir.

Diğer bir değerlendirme her grubun kendini değerlendirme etkinliğidir. T2 tasarımın enleri öz değerlendirme etkinliği Tablo 4.61’de verilmiştir.

Tablo 4.61. T2 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme

Kriterler	G1	G2	G3	G4
En dayanıklı olan tasarım bizim gruba aitti.	X		X	X
En korunaklı olan tasarım bizim gruba aitti.	X		X	
En ekonomik olan tasarım bizim gruba aitti.		X		
En kolay ulaşılabilir malzemeli tasarım bizim gruba ait oldu.		X		
En uygun ebatlı olan tasarım bizim gruba aitti.		X	X	X
En uygun sıcaklığa sahip olan tasarım bizim gruba aitti.		X	X	X
En estetik olan tasarım bizim gruba aitti.	X	X	X	X
Frekans Toplamları	3	5	5	4

Tablo 4.61’e göre Tasarım 2 kriterleri açısından kendi grubunu en başarılı bulan Grup 2 ve Grup 3 olarak görülmektedir. Grup 2 tasarım çalışmaları sırasında tasarım estetiğine en çok önem veren, estetik özelliğini yerine getirirken diğer kriterleri atlayan, Grup 3 ise tasarım süreci boyunca en çok grup içi uyuşmazlıklar yaşayan, gruptaki her

öğrencinin kendi fikrini kabul ettirmek için uğraştığı gruplardır. Fakat genel değerlendirmede en iyi tasarım olarak Grup 4 tasarımı belirlenmiştir. (Tasarım 2 [Kuş Evi Tasarım Görevi] tasarımlarından kesitler Ek 19’da sunulmuştur.)

4.2.3.4. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü arı oteli tasarım görevi grup fasikülleri bulguları. Arı Oteli tasarım görevi (T3) nesli tükenme tehlikesi altında olan yaban arılarını korumaya yönelik bir tasarımdır. Tasarım görevine başlamadan önce öğrencilere arıların özellikleri, yaban arı türlerinin özellikleri, arıların tarihçesi ve yuva yapıları konusunda bilgi ve farkındalık kazandırmayı amaçlayan 2 ders saati (40+40) plan uygulanmıştır.

Tasarım görevi arılarla ilgili senaryo ile başlamaktadır. Senaryo devamında arılarla ilgili kısa bilgilendirme metni yer almaktadır. İlk etkinlik senaryoya bağlı olarak öğrencilerin konuyu, problemi, kriter ve sınırlamaları belirlemeye dönük sorgulamalar içermektedir. Tablo 4.62’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.62. T3 Bölümü Problemin Tanımlanması Etkinliği

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3	Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Konuyu belirleyebilmişler.	Konuyu belirleyebilmişler.	Konuyu belirleyebilmişler.	Konuyu belirleyebilmişler.
		Problemi belirlemişler.	Problemi belirleyebilmişler.	Problemi belirleyebilmişler.	Problemi belirlemişler.
		Arıların doğada azalma sebeplerini yazamamışlar.	Arıların doğada azalma sebeplerini yazmışlar.	Arıların doğada azalma sebeplerini yazmışlar.	Arıların doğada azalma sebeplerini yazmışlar.
		Arıların azalma etkileri belirtilmiş.	Arıların azalma etkileri belirtilmiş.	Arıların azalma etkileri belirtilmiş.	Arıların azalma etkileri belirtilmiş.
Tasarım 3	Problemin Tanımlanması	Arı yuvaları neden dayanıklı olması gerektiği gerekçesiyle beraber belirtilebilmiş.	Arı yuvaları neden dayanıklı olması gerektiği belirtilmiş.	Arı yuvaları neden dayanıklı olması gerektiği belirtilmiş.	Arı yuvaları neden dayanıklı olması gerektiği belirtilmiş.
		Senaryonun gruptan beklentisi ifade edilebilmiş.	Senaryonun gruptan beklentisi ifade edilememiş.	Senaryonun gruptan beklentisi ifade edilememiş.	Senaryonun gruptan beklentisi ifade edilebilmiş.
		Sadece dayanıklılık kriteri olması gerektiği belirtilmiş.	İki kriteri olması gerektiği belirtilmiş.	İki kriteri olması gerektiği belirtilmiş.	İki kriteri olması gerektiği belirtilmiş.
		Sınırlılıklar olarak maliyet, malzeme ve doğal olması belirtilmiş.	Sınırlılıklar olarak maliyet, malzeme olması belirtilmiş.	Sınırlılıklar olarak ışık miktarı belirtilmiş.	Sınırlılıklar olarak maliyet, zaman belirtilmiş.

Tasarım görevi 3 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması problemin tanımlanması etkinliğinde senaryo konusunun yaban arıları ile ilgili olduğunu anlamış ve problemi tam olarak belirleyebilmişlerdir. Sorgulama tablosunda arıların doğada azalma

sebeplerini Grup 1 hariç diğer gruplar ifade edebilmişlerdir. Arıların doğada azalmasının çevreye veya canlılara etkilerini tüm gruplar uygun şekilde ifade edebilmiştir. Senaryonun gruplardan beklentilerini Grup 2 ve Grup 3 ifade edemezken Grup 1 ve Grup 4'ün kısmen ifade ettikleri tespit edilmiştir. Arı otellerinin neden dayanıklılık özelliğine sahip olması gerektiğini tüm gruplar ifade edebilmişlerdir. Grup 1 (bir sebep belirtebilmiş) hariç tüm grupların 2 kriterden bahsettiği görülmüştür. Onları sınırlayan durumların neler olabileceği sorulduğunda tüm gruplar maliyetten bahsederken ayrıca gruplardan Grup 1 “malzeme, doğal madde olması gerekmesi”, Grup 2 “malzeme”, Grup 3 “ışık miktarı”, Grup 4 ise “zaman” kavramlarını sınırlılık olarak belirlemişlerdir. Genel olarak bakıldığında gruplarda problemlerin belirlenmesi, tanımlanması, kriter ve sınırlamaların ifade edilmesi konularında dalgalanmalar görüldüğü tespit edilmiştir. Fakat sözlü olarak sorulduğunda cevapların daha net bir şekilde alındığı görülmüştür. Bu durumun öğrencilerin yazma davranışına çok sıcak yaklaşmalarından ve prototip oluşturma aşamasına geçme isteği olabileceği düşünülmektedir.

Tasarım görevi 3 için problemin tanımlanması etkinliğinde tüm gruplar konuyu belirleyebilirken iki grubun problemi belirleyemediği, arıların azalma sebepleri konusunda yorum yapabildikleri, senaryonun gruplardan beklentisini ve kriterlerden bazılarını kısmen ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Grupların genel olarak tasarım sınırlamalarından bahsedebildikleri görülmüştür. Grup fasiküllerindeki bu durum çalışmalar sırasında farkedildiğinde aynı sorular öğrencilere tekrar sorulmuş öğrencilerden doğru cevaplar alınabilmiştir. Öğrencilere neden bu şekilde yazmadıkları sorulduğunda yazmayı sevmeme veya tasarıma geçme isteği olduğu tespit edilmiştir.

İkinci etkinlik belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik ihtiyaç belirlemeyi içermektedir. Öğrencilerden beklenti tasarım problemi sınırlılığında problemle ilgili disiplin alanlarına yönelik ihtiyaçları belirleyebilmeleri ve ifade edebilmeleridir. Tablo 4.63’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.63. *T3 Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği*

MTS A.	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
	Fen Bilimleri Açısından	Biyçeşitlilik konusunu öğrenmek	Arıların yaşam alanlarının özellikleri	Arıların ve yaşam ortamlarının özellikleri	Biyçeşitliliği, arıların hayatını ve yuva şekillerini öğrenmek.

(Devamı arkada)

Tablo 4.63.(devamı) T3 Bölümü İhtiyaçların Tanımlanması Etkinliği

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3 Problem ve İhtiyaçların Tanımlanması	Matematik Açısından	Hesaplama yapmak, Sıcaklık ölçmek, Alan hesaplamayı öğrenmek	Hacim hesaplamalarında	Ölçüm yapmaya	Ölçümler için cetvel.
	Teknoloji Açısından	Arı hayatını araştırmak	Araştırma yaparken	Araştırma yapmak için telefon, tablete	Araştırma yapmaya.
	Mühendislik Açısından	Düzenli ve planlı çalışmayı öğrenmek	Ölçülerine göre tasarlamak için	Arı yuvası tasarlayabilmeye	Dayanıklı ve korunaklı olmasına dikkat etmeye
	Görsel Sanatlar Açısından	Dış etkenlerden korunmasını sağlamayı öğrenmek	Estetik için	Estetik açıdan süslemeye	Estetik ve kamuflaja

Tasarım görevi 3 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması ihtiyaçların tanımlanması etkinliğinde fen bilimleri, mühendislik, teknoloji, matematik ve görsel sanatlar disiplinleri açısından tüm gruplar ihtiyaç belirleme yapabilmıştır. Fen bilimleri açısından Grup 1 genel ihtiyaç belirlerken diğer gruplar arılara yönelik ihtiyaç belirlemişlerdir. Matematik açısından Grup 1 yapılması muhtemel bütün hesaplamalar için ihtiyaç belirlerken diğer gruplar 1 hesaplamaya dönük hedef belirledikleri görülmektedir. Teknoloji disiplini açısından tüm gruplar araştırma yapma konusunda ihtiyaç belirlemişlerdir. Mühendislik disiplini açısından Grup 1 bir mühendisin çalışma şekli ile ilgili yorumlamalar yaparken, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 tasarım yapma konusunda ihtiyaç tanımlamıştır. Görsel sanatlar açısından Grup 1 arıların korunabilmesi için kamuflaj ihtiyacına vurgu yaparken, Grup 2 ve Grup 3 estetik ihtiyacı belirlediği, Grup 4 ise hem estetik hem de kamuflajı ihtiyaç olarak belirttikleri görülmektedir. Genel olarak tüm gruplara bakıldığında öğrenciler ihtiyaçların belirlenmesi konusunda disiplin özelinde ihtiyaçlarını belirleyebildiklerini söylemek mümkündür.

Tasarım görevi 3 üçüncü etkinlik problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik hedeflerin belirlenmesini kapsamaktadır. Tablo 4.64'de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.64. T3 Bölümü Hedeflerin Tanımlanması Aşaması

MTS Aşamaları	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3 Problemin ve İhtiyaçların Tanımlanması	Fen Bilimleri Açısından	Biyoçeşitlilik konusunu öğrenmek	Doğal ve Saf ortamları öğrenme	Arıların bal yapımını öğrenmek	Biyoçeşitliliği ve polen ve larva üretimini öğrenmek.
	Matematik Açısından	Hesaplama yapmak, Sıcaklık ölçmek, Alan hesaplamayı öğrenmek	Kare, dikdörtgenin alanını hesaplamayı	Korunaklı olmasını sağlamak.	Hacim hesaplamaları
	Teknoloji Açısından	Arı hayatını araştırmak	Silikon tabancası kullanmayı	Silikon tabancasını etkili kullanmak.	Araştırma yapmak
	Mühendislik Açısından	Düzenli ve planlı çalışmayı öğrenmek	Açı ölçmeyi	Arı yuvalarını ebatları	Yuvanın ölçülerini hesaplama
	Görsel Sanatlar Açısından	Dış etkenlerden korunmasını sağlamayı öğrenmek	Estetik açıdan düzenleyebilmeyi	Estetik	Estetik açıdan hesaplama

Tasarım görevi 3 problemin ve ihtiyaçların tanımlanması aşaması hedeflerin tanımlanması etkinliğinde fen bilimleri açısından Grup 1 “*biyoçeşitliliği öğrenme*” ifadesi kullanarak daha genel ifade kullanmış, Grup 2 “*doğal ve saf ortamları öğrenme*”, Grup3 “*arıların bal yapımını öğrenme*” ve Grup 4 “*polen ve larva üretimi ile ilgili bilgileri öğrenme*” ifadelerini kullanmışlardır. Matematik açısından Grup 1’in “*hesaplama yapma, sıcaklık ölçme, alan hesaplamayı öğrenme*”, Grup 2’nin “*arı otelinin alan hesaplamaları*” belirlerken, Grup 3’ün “*korunaklı olmasını sağlama*” ve Grup 4’ün “*hacim ölçülerini belirleme*” şeklinde hedef belirledikleri tespit edilmiştir. Bu ifadeler genel olarak öğrencilerin gerçek hayat problemi ile matematik disiplinini ilişkilendirdiklerinin göstergesi olarak düşünülmektedir. Grup 1 ve Grup 4 teknoloji disiplini ile ilgili araştırma yapabilme davranışına işaret ederlerken, Grup 2 ve Grup 3 araç-gereç kullanmaya yönelik yorumlama yapmışlardır. Mühendislik açısından Grup 1 mühendislerin çalışma şeklini öğrenme, diğer gruplar ise tasarım ölçülerini sağlama, arı oteli ölçülerine uygun yapma” gibi tasarım kriterleri sağlama ve tasarım yapmaya işaret ettikleri görülmektedir. Görsel sanatlar açısından Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 arı otelinin estetik görünüşünden bahsederken, Grup 1 arılara uygun korunmalarını sağlayacak görsellikte bir yuva tasarlama hedefi belirlemişlerdir. Grup 1 bu anlamda kuş evinde olduğu gibi “*kamufle olan bir arı oteli oluşturma*” hedefi koyarak estetiğin canlılar için korunma gereksinimi ile örtüştüğü noktaya bağlı hedef oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu durum öğrenci gruplarının aynı anda

birden fazla kriteri sağlamayı düşünmeye başladıklarını işaret ettiği düşünülmektedir. Öğrenci ve gruplarda STEM eğitiminin bütüncül bakış açısının kazandırılmasında önemli bir adım olduğu düşünülmektedir. Genel olarak tüm grupların hedeflerin belirlemesi çalışmasını uygun şekilde yapabildikleri görülmektedir. Mühendislik tasarım sürecinin bu aşaması ile ilgili gözlem notlarında ve gözlem verilerinde grupların öğretmen desteğine ihtiyaç duymadan sorgulama tablolarını doldurdıkları belirtilmiştir.

Tablo 4.65. T3 Bölümü Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Aşaması

MTS A.	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3 Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması	Fen Bilimleri Açısından	Yabani arıların korunması için çalışmaların olup olmadığı genelleme cevap verilmiş, Yapılmaktadır gibi.	Bir iki cümleyle araştırmaları yapmışlar.	Arı dostu bahçeler yapın, doğal organik ürünler tercih edin. Arı koruma çabalarını destekleyin.	Yabani korunması için yol kenarlarına çiçek gibi bitkiler ekerek ve zirai ilaçlamayı azaltarak korunmalarını sağlayabiliriz.
	Matematik Açısından	Maliyet hesaplamasının nasıl yapıldığını yazmışlar.	Maliyet hesaplamasının nasıl yapıldığını eksik yazmışlar.	Maliyet hesaplamasının nasıl yapıldığını eksik yazmışlar.	Maliyet hesaplamasının nasıl yapıldığını yazmışlar.
	Teknoloji Açısından	Tasarımda teknolojik araç gereçlerin kullanılma gerekçesini açıklayamamışlar.	Teknoloji boyutunu yazmışlar. Gerekçesini açıklamamışlar.	Tasarımda teknolojik araç gereçlerin kullanılma ve gerekçesini açıklamamışlar.	Tasarımda teknolojik araç gereçlerin kullanılma gerekçesini açıklamışlar.
	Mühendislik Açısından	Uygun ebatı ayarlamak için hangi malzemelerin kullanılması gerektiğini doğru ifade edememişler.	Mühendislik boyutunu özenli yazmamışlar	Demir tahta kullanmaktan bahsettiler ama kullanmışlar.	Diğer canlılardan korunmak için gizli odalar yapabiliriz demişler.
Görsel Sanatlar Açısından	Diğer canlılardan korunmak için kamuflajdan bahsetmişler.	Kamuflajı sağlamaktan bahsetmişler.	Sağlam olursa estetik de sağlanmış olur demişler.	Çiçek kokusu üretilip onların gelmesini istediğimiz yuvalara gelmesini ve yaşamlarını sağlayabileceklerini belirtmişler.	

Tasarım görevi 3 dördüncü etkinlik problemin ve ihtiyaçların araştırılması aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin disiplin alanlarına yönelik probleme destek konularının araştırılmasını kapsamaktadır. Tablo 4.65’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tüm gruplar fen bilimleri disiplin alanına yönelik hazırlanan araştırma sorularını genel itibarıyla cevaplayabilmişlerdir. Matematik açısından Grup 1 ve Grup 4 tam araştırma yaparken, Grup 3 ve Grup 2’nin özensiz yaptıkları tespit edilmiştir. Mühendislik

açısından ve teknoloji boyutu açısından araçların kullanılma gerekçelerini Grup 1 ve Grup 3 kısmen açıklayabilirken Grup 4 tam olarak açıklamışlardır. Grup 2'nin ise bazı bölümleri boş bıraktığı tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili öğrencilere görüşme sırasında tasarımlarda en çok zorlayan bölümün hangi bölüm olduğu sorulduğunda bazı öğrencilerin “*Sorulara cevap yazdığımız tablolar ve yazma kısımları*” şeklinde ifade ettiği görülmektedir. Gözlem notlarında bu durumla ilgili “*Öğrenciler tasarım bölümüne kadar olan sorgulama, araştırma, çözüm üretme, en iyi çözüme karar verme, taslak çizimlerini yapma gibi etkinlikleri sorgulama, tartışma, yazma gerektirdiği için prototip oluşturma aşamasına göre daha isteksiz yaklaşıyorlar.*” şeklinde gözlemlere yer verilmiştir Ayrıca “*Öğrencilere tasarım öncesi yapılan etkinliklerle ilgili bir mühendisin plan-proje defteri gibi düşünmelisiniz.*” hatırlatmaları yapıldığı belirtilmiştir. Görsel sanatlara yönelik araştırmalar Grup 1 ve Grup 2'nin kamuflajdan bahsettikleri, Grup 3'ün sağlamlık ve görsellik arasında ilişki kurduğu, Grup 4'ün ise arı otelini çiçek ve kokularıyla sardıklarında arıları o tasarımı yuva olarak belirleyebileceklerinden bahsetmişlerdir. Ayrıca gruplarca arıları arı otellerine çekebilmek için hangi önlemlerin alınabileceği araştırılmış ve sınıfça tartışılmıştır. Bu süreçler takip edilirken öğrencilerin öğretmen desteğine ihtiyaç duymadıkları gözlemlenmiştir. Başka bir gözlem notunda gözlemci aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir.

Öğrencilerin doğru araştırma nasıl yapılır ve notlar nasıl düzenlenir konularında daha doğru davranışlar sergileniyor. Arama motoru üzerinden uygun anahtar kelime yazılıyor. Çıkan sayfadan bazı bilgi kaynakları seçilip okuma yapılıyor, notlar alınıyor. Tasarım 2'ye göre farklı olarak buldukları bilgileri grup içinde tartışıp ortak cümlelerle yazmaya çalışıyorlar. (06.05.2023)

Öğrencilerin tasarım fasikülleri, gözlem formları, gözlem notları ve öğrenci görüşmelerinden elde edilen verilere göre yazma davranışını gerçekleştirme, doğru araştırma yapma, grupça tartışma, ortak ifadeler oluşturma konularında daha uygun davranışlar sergiledikleri fakat özellikle yazma konusu ile ilgili grupların ara ara gelgitler yaşadıkları tespit edilmiştir.

Tasarım görevi 3 beşinci etkinlik olası çözümlerin geliştirilmesi aşaması belirlenen probleme bağlı olarak öğrencilerin tartışma, tanımlama, araştırma sorgulama yapma, fikirler üretme ve çözümler sunmasını, geliştirmesini kapsamaktadır. Tablo 4.66'da grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.66. *T3 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Aşaması*

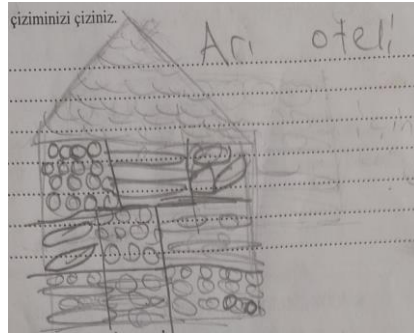
MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3 Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Malzeme Analiz Tablosu	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi. Olabildiğince kısa yazmışlar çünkü yazmayı sevmiyorlar.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi.	Malzemelerin nerde hangi amaçla kullanılacağı ifade edilmiş. Nerde ne amaçla kullanılacağı tartışılarak belirtildi.
	Taslak Çizim	Taslak çizim fotosu konur.	Taslak çizim fotosu konur.	Taslak çizim fotosu konur.	Taslak çizim fotosu konur.

Bu aşamada araştırmacı tarafından verilen hatırlatmalar yapılmış, tüm gruplar malzeme analiz ve çözüm tablosunu uygun şekilde doldurmuş, sadece Grup 2'nin bazı malzeme ve çözüm önerileri için bölümleri özensiz yazdığı tespit edilmiştir. Fakat bu aşamada gözlem notlarına göre “Gruplar malzemeleri alır almaz verilen malzemeyi tasarımın hangi bölümünde nasıl, hangi kriteri sağlamak için ve neye çözüm olacağı konularında tartışarak denemelere başladılar.” gözlemlerine yer verilmiştir. Aynı şekilde aynı aşama ile ilgili başka bir gözlem notunda araştırmacı aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir.

Malzeme Analiz ve Çözüm Tablosuyla öğrenciler Tasarım 1 ve 2'den deneyimli oldukları için zorlanmıyorlar. Tabloyu, Tasarım 3'de öğretmen eşliğinde fakat desteklemeden, herhangi bir yönlendirme yapmadan grupların doldurması sağlandı., “Öğrenciler fikir üretme konusunda daha iyi durumdadır (grupta bir veya iki fikir üretme yerine herkesten bir iki fikir alma şeklinde) gruplarda uyumsuzluklar yok denecek kadar az.”, “Yazdıklarının bir mühendisin plan proje defteri gibi yaklaşımları, etkinlik kağıtlarının problemi çözmede yol haritası gibi düşünülmesi gerektiği hatırlatmaları yapıldı. (13.05.2023)

Durumla ilgili öğrencilerden görüşmeler sırasında STEM eğitimini değerlendirmeleri istendiğinde önceden herhangi bir konuda fikir üretmekte zorlanırken eğitimden sonra grup üyelerinin fikirlerinden de öğrendiklerini, böylece çokça fikirleri olduğunu, bir konuda fazlaca fikir üretebildiklerini, belirtmişlerdir (Ö2, Ö9, Ö12 vb).

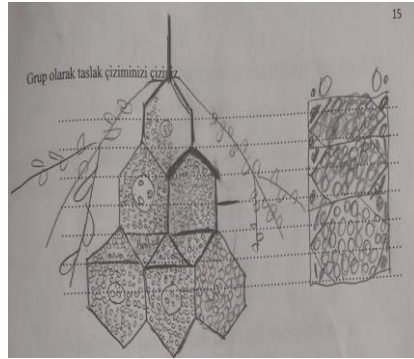
Taslak çizimler konusunda grupların özenli olmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Araştırmacı notlarında “Çizimlerin aslına uygun olması ona göre çizimler yapılması konusunda yönergeler verildi.” ve “Öğrenciler prototip oluşturma sırasında taslak çizimleri önceki tasarımlara göre daha çok dikkate alıyorlar.” şeklinde ifade edilmiştir. Öğrencilerin Tasarım 3 için genel olarak bu aşamada tasarım çizimleri hariç Tasarım 2'ye göre daha yeterli oldukları düşünülmektedir. Grupların Tasarım 3 için taslak çizimleri Resim 4.11'de verilmiştir.



Grup 1 Çizimi



Grup 2 Çizimi



Grup 3 Çizimi



Grup 4 Çizimi

Resim 4.11. Grupların tasarım 3 için taslak çizimleri

Yukarıdaki tasarım çizimleri incelendiğinde Tasarım 1 ve Tasarım 2 çizimlerine göre oldukça başarılı ve prototipi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Özellikle Grup 3 ilk çiziminde bal peteği modelinde yapmayı planlamıştır. Fakat zaman sınırından dolayı 2. çizimi yaparak bal peteği şekillerini tasarım içinde yer vermeye çalıştıkları görülmektedir. Gözlemci notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmıştır. Öğrencilerde aynı tasarımla ilgili birden fazla çizim yapma davranışları tam olarak gözlemlenemese de aynı çizim üzerinde silme tekrar düzenleme şeklinde davranışlar gözlemlenmiştir.

Tasarım çizimleri sırasında öğrenciler daha özenli çizimler yaptıkları gözlemlenmiştir. Özellikle Grup 3 bir yaratıcılık örneği göstererek örnek modellerde otel örnekleri göstermemize rağmen bal peteği şeklinde düzenleme yapma fikri ortaya atmışlar ve çizimlerini ona göre yapmışlardır. Grup 3'ten gören bir grup tasarımının arka bölümüne eklemeye çalışmıştır. (13.05.2023)

Tasarım görevi 3 altıncı etkinlik en iyi çözümün seçilmesi aşaması belirlenen olası çözümlerden yola çıkarak kriterler, malzemeler ve seçilen malzemelerin kriter ve çözüme katkısı açısından karar vermeye yönelik bir etkinliktir. Tablo 4.67'de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.67. T3 En İyi Çözümün Seçilmesi Aşaması

	MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3	En İyi Çözümün Seçilmesi	Kriter Çözüm Malzeme Tablosu oluşturma	Ekonomiklik kriterinin ayrıntılı açıklamasını özenli yazmamışlar.	Tabloyu özenerek yazmamışlar.	Dışını tahta parçalarıyla kaplama	Özenli olarak açıklamışlar.
			Olumlu/Olumsuz yönleri geçiştirmişler.	Olumlu/Olumsuz yönleri geçiştirmişler.	Karanlık yapmayı planlamışlar	Dışını tahta parçalarıyla kaplama
					Olumlu/Olumsuz yönleri geçiştirmişler.	Olumlu/Olumsuz yönleri geçiştirmişler.

Tasarım görevi 3 en iyi çözümün seçilmesi aşamasında Grup 3 ve Grup 4 tüm kriterlere uygun en iyi çözümü seçme ve açıklama konusunda görevlerini yerine getirirken Grup 1 ve Grup 2'nin tablosunda eksilikler olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda her bir çözümün olumlu olumsuz yanlarını belirleme konusunda tüm gruplar gerekli yorumlamaları kısmen yaptıkları görülmüştür. Gözlem notlarında bu durum “Birbirlerinin sunduğu kriter çözümleri ile ilgili yorum yapma, karşılaştırma, en uygun çözümü seçmede bazen sözlü tartışma ile sınırlı kalabiliyor. Farklı fikirler üretme ve içinden en iyisini seçme konusunda Tasarım 1 ve 2 sürecine göre daha iyi durumdalar.” şeklinde yer almaktadır. Öğrencilerin Tasarım 3 için genel olarak bu aşamada Tasarım 1 ve 2'ye göre gelişim sağladıkları düşünülmektedir. Grupların en iyi çözüme karar verme Resim 4.12'de verilmiştir.

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Dayanıklılık	etrafına sıkı sıkıya yapıştırma	malzeme	malzemenin dayanıklılığı	malzemenin dayanıklılığı
Konforluluk	malzemenin yumuşak olması	malzeme	malzemenin yumuşak olması	malzemenin yumuşak olması
Ekonomiklik	malzemenin ucuz olması	malzeme	malzemenin ucuz olması	malzemenin ucuz olması
Uygun görünüş	malzemenin güzel görünmesi	malzeme	malzemenin güzel görünmesi	malzemenin güzel görünmesi
Uygun ölçüler	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzeme	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzemenin uygun ölçülerde olması
Sicil (20-25)	malzemenin sicil olması	malzeme	malzemenin sicil olması	malzemenin sicil olması
Estetiklik	malzemenin estetik görünmesi	malzeme	malzemenin estetik görünmesi	malzemenin estetik görünmesi

Grup 1 En İyi Çözüm Tablosu

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Dayanıklılık	malzemenin sıkı sıkıya yapıştırılması	malzeme	malzemenin dayanıklılığı	malzemenin dayanıklılığı
Konforluluk	malzemenin yumuşak olması	malzeme	malzemenin yumuşak olması	malzemenin yumuşak olması
Ekonomiklik	malzemenin ucuz olması	malzeme	malzemenin ucuz olması	malzemenin ucuz olması
Uygun görünüş	malzemenin güzel görünmesi	malzeme	malzemenin güzel görünmesi	malzemenin güzel görünmesi
Uygun ölçüler	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzeme	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzemenin uygun ölçülerde olması
Sicil (20-25)	malzemenin sicil olması	malzeme	malzemenin sicil olması	malzemenin sicil olması
Estetiklik	malzemenin estetik görünmesi	malzeme	malzemenin estetik görünmesi	malzemenin estetik görünmesi

Grup 2 En İyi Çözüm Tablosu

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Dayanıklılık	malzemenin sıkı sıkıya yapıştırılması	malzeme	malzemenin dayanıklılığı	malzemenin dayanıklılığı
Konforluluk	malzemenin yumuşak olması	malzeme	malzemenin yumuşak olması	malzemenin yumuşak olması
Ekonomiklik	malzemenin ucuz olması	malzeme	malzemenin ucuz olması	malzemenin ucuz olması
Uygun görünüş	malzemenin güzel görünmesi	malzeme	malzemenin güzel görünmesi	malzemenin güzel görünmesi
Uygun ölçüler	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzeme	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzemenin uygun ölçülerde olması
Sicil (20-25)	malzemenin sicil olması	malzeme	malzemenin sicil olması	malzemenin sicil olması
Estetiklik	malzemenin estetik görünmesi	malzeme	malzemenin estetik görünmesi	malzemenin estetik görünmesi

Grup 3 En İyi Çözüm Tablosu

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözümüne Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü
Dayanıklılık	malzemenin sıkı sıkıya yapıştırılması	malzeme	malzemenin dayanıklılığı	malzemenin dayanıklılığı
Konforluluk	malzemenin yumuşak olması	malzeme	malzemenin yumuşak olması	malzemenin yumuşak olması
Ekonomiklik	malzemenin ucuz olması	malzeme	malzemenin ucuz olması	malzemenin ucuz olması
Uygun görünüş	malzemenin güzel görünmesi	malzeme	malzemenin güzel görünmesi	malzemenin güzel görünmesi
Uygun ölçüler	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzeme	malzemenin uygun ölçülerde olması	malzemenin uygun ölçülerde olması
Sicil (20-25)	malzemenin sicil olması	malzeme	malzemenin sicil olması	malzemenin sicil olması
Estetiklik	malzemenin estetik görünmesi	malzeme	malzemenin estetik görünmesi	malzemenin estetik görünmesi

Grup 4 En İyi Çözüm Tablosu

Resim 4.12. Grupların en iyi çözüme karar verme tabloları

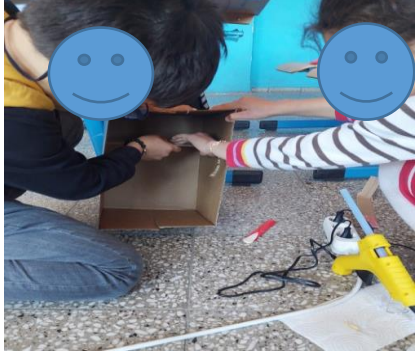
Tasarım görevi 3 yedinci etkinlik prototip oluşturulması aşaması öğrencilerin biyoçeşitliliğin önemi ve nesli tehdit altında olan canlıların korunması ve uygun ortamların sunulması için sunulan çözümlere göre prototip oluşturmaya yönelik bir çalışmadır. Prototip oluşturma aşamasında öğrenciler oldukça istekli bazı grupların grup içinde yaşadıkları uyumsuzluklar minimum düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. Bireysel davranışların, grup davranışlarına yerini bıraktığı tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında genel olarak öğrenciler tasarım sürecini takip ederken ve tasarımları yaparken grup desteği ile zorlukların üstesinden geldiklerini (Ö10), grup desteği olmasaydı iyi tasarımlar yapamayacaklarını (Ö9), grup arkadaşları sayesinde daha derin öğrendiklerini (Ö6) ifade etmişlerdir.

Gruplara prototip oluşturma aşamasında katı ve sıvı çiçek kokusu nasıl yapıldığı hatırlatıldı. Gruplara sıvı çiçek kokusu yapma ödevi verildi. Öğrencilerin yaptığı çiçek kokularını tasarımlarına araları çekebilmek için kullanacakları hatırlatıldı. Araştırmacı yapımı tehlikeli olduğu için katı çiçek kokusunu kendisi oluşturdu. Gruplara tasarım bitiminde kullanmak üzere dağıtıldı. Gözlemci notlarında bu durumla ilgili aşağıdaki ifadelere yer vermiştir.

Tasarım sürecinin araştırma ve olası çözümler geliştirme aşamalarında araları tasarıma çekebilmek için neler yapabilecekleri konusunda araştırmaları ve tartışmaları sağlandı. Çiçek kokusu nasıl oluşturulduğunu ekstra araştırmaları istendi. Öğrencilere prototip oluşturma başında hatırlatıldı ve prototip bitimine hazır olması gerektiği belirtildi. Öğrencilerden yapımı sırasında video çekmeleri ve anlatmaları istendi.” şeklinde başka bir gözlem notunda “Tasarım sonunda çiçek kokularını arkadaşlarıyla paylaştılar. Bazı grupların çiçek kokularının bozulmuş olduğu görüldü. Bozulmadan tasarım gününde kullanılabilir durumda olan gruplardan nasıl oluşturdukları ve bozulmasını nasıl engellediklerini anlatmaları istendi. Deneyimler paylaşıldı. (13.05.2023)

Grup 1 çiçek kokusunu nasıl oluşturduklarını “Önce seçtiğimiz çiçekleri iyice ezdik ve bir kaba koyduk. Sonra üzerine gül suyu döktük ve karıştırdık, ardından dondurucuda dondurduk.” ifadelerini kullanırken Grup 2 ise “Önce kır çiçekleri topladık, topladığımız çiçekleri suyla kaynattık, içine 4 çay kaşığı şeker ekledik, kaynatmaya devam ettik. Sonra soğutup buzdolabına koyduk. bir gün sonra üzerine birkaç damla limon sıktık, ara ara birkaç kere karıştırdık ve günlerdir bozulmadı.” şeklinde anlatmışlardır. Grup 3 ve Grup 4’ün çiçek kokularında ise bozulmalar yaşanmıştır. Araştırmacının oluşturduğu katı parfüm ise bal mumu, yasemin, gül, papatya gibi isteğe bağlı kır çiçekleri ile oluşturulmuştur. Herhangi bir bozulma olmamıştır. Tüm koku oluşturma süreçlerinde aromatik kokular olmamasına dikkat edilmiştir. Çünkü araştırmalar sırasında araların aromatik kokuları sevmediği öğrenilmiştir. Ayrıca Tasarım 3 süreci prototip oluşturma aşaması ile ilgili araştırma notlarında araştırmacı aşağıdaki notlara yer vermiştir. Ayrıca grupların prototip oluşturma süreçleri ve oluşturdukları sıvı çiçek kokuları Resim 4.13’de yer almaktadır.

Gruplar Tasarım 1 ve Tasarım 2'de prototip aşamasına kadar yapmış oldukları tanımlama, araştırma, olası çözümler geliştirme, en iyi çözümü seçme etkinliklerini dikkate alarak prototip oluşturma davranışını sergilemezken Tasarım 3 prototip oluşturma aşamasında önceki aşamalarda ne araştırıp bulduklarına, hangi çözümler geliştirdiklerine ve hangi çözüme karar verdiklerine inceleyerek ilerledikleri gözlemlenmiştir. (20.05.2023)



Resim 4.13. Grupların prototip ve sıvı çiçek kokuları oluşturma süreçleri

Gruplar tasarımlarını oluştururken karton kutuların ölçülerini (en-boy-yükseklik) olarak alan ve hacim hesaplamaları yapmışlardır. Arı otelinin kovan ölçülerine uygun olup olmadığını grup içinde tartışarak karar vermişler ve oluşturmuşlardır. Grup 4 tasarımlarının küçük olduğunu düşünerek tasarımın yan kenarlarının olduğu bölümlere ek hazne şeklinde eklemeler yapmışlardır. Gruplarda ürünlerin maliyetleri kaydedilerek kullanılan miktarlarının ücretleri hesaplanmış ve tasarımın maliyet hesaplamaları yapılmıştır. Grupların maliyet hesaplamaları Resim 4.14'te verilmiştir.

MALZEME	TUTAR
1 paket pamuk	13,5 TL
18 renkli dil çubuk	1.28 TL
10 renksiz dil çubuk	0 TL
1 bant	7 TL
3 m streç film	14 TL
5 sili kon 5 tane	50 TL
1 tane fon kartonu	10 TL
bal mumu vb.	150 TL
TOPLAM TUTAR: 861,08 TL	

toplam =
 15 l' Pamuk = 200 TL
 100 renkli dil çubuk = 32 TL
 100 renksiz dil çubuk = 50 TL
 6 l' bant = 7 TL
 100 m streç film = 140 TL
 Bal mumu, polen drikeli, parfüm = 190 TL
 Fon kartonu = tanesi 10 TL
 Silikon = tanesi 10 TL

Grup 1

MALZEME	TUTAR
1 paket pamuk	13,5 TL
18 renkli dil çubuk	1,28 TL
10 renksiz dil çubuk	0 TL
1 bant	7 TL
3 m streç film	14 TL
5 sili kon 5 tane	50 TL
1 tane fon kartonu	10 TL
bal mumu vb.	150 TL
TOPLAM TUTAR: 129,35 TL	

150 Pamuk = 200 TL
 100 renkli = 32 TL
 100 renksiz = 50 TL
 6 bant = 7 TL
 100 m streç film = 140 TL
 Bal mumu, polen drikeli, parfüm = 190 TL
 Fon kartonu = 10 TL
 Silikon = 10 TL

Grup 2

MALZEME	TUTAR
Bir paket Pamuk	13,5 TL
18 renkli dil çubuk	1,28 TL
10 renksiz dil çubuk	0 TL
Bir bant 5 tane	7 TL
3 m streç film	14 TL
5 sili kon	50 TL
1 fon kartonu	10 TL
Bal mumu, polen drikeli, parfüm	190 TL
TOPLAM TUTAR: 98,7 TL	

15 l' Pamuk +
 100 renkli dil çubuk +
 100 renksiz dil çubuk +
 6 bant 72 Lira +
 100 m streç film 140 TL +
 Bal mumu, polen drikeli, parfüm +
 150 Lira +
 Fon kartonu 10 Lira +
 Silikon tanesi 10 Lira +

Grup 3

MALZEME	TUTAR
1 paket pamuk	13,5 TL
18 renkli dil çubuk	33,6 TL
10 renksiz dil çubuk	1,6 TL
1 bant	7 TL
3 m streç film	14 TL
5 sili kon 5 tane	50 TL
1 fon kartonu	16,8 TL
TOPLAM TUTAR: 125,7 TL	

15 l' pamuk = 200 TL
 100 adet dil çubuk 100 l' = 32 TL
 100 renksiz dil çubuk = 50 TL
 6 l' bant = 7 TL
 100 m streç film = 140 TL
 Bal mumu, polen drikeli, parfüm = 190 TL
 Fon kartonu tanesi 10 TL
 Silikon tanesi 10 TL

Grup 4

Resim 4.14. Grupların maliyet hesaplamaları

Tasarım görevi 3 sekizinci etkinlik çözümlerinin test edilip değerlendirilmesi aşaması etkinliği öğrencilerin ürettikleri prototiplerinin test edilip değerlendirilmesi, tasarım içi

sıcaklık ölçülmesi, tasarım sonu değerlendirme etkinliklerinde arılar ve arı ürünleri ile hesaplama yaptıkları ve kontrolü yapılan çalışmalardır.

Öncelikle tüm gruplar araştırmacıdan aldıkları bilgilerle ürünlerin ücretlerini tek tek kaydetmişler, verilen değer üzerinden birim tutarı hesaplamışlar ve kullandıkları madde miktarının maddi değerini hesaplamışlardır. Bütün malzemeler için grubun kullandıkları malzemeye eşdeğer maddi değerlerini toplayarak tasarımlarının maliyetini hesaplamışlardır. 150 lira altında ve üstünde kalan gruplar belirlenmiş ve çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosuna değerlendirmelerini not etmişlerdir. Gözlem notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmaktadır.

Tüm gruplara aynı anda araştırmacı kontrolünde her bir malzemenin maddi değeri verilir grupların birim değeri ve kullandıkları kadarının maddi değerini hesaplamaları için süre verildi. En son bütün malzemelerin toplanması için gruplara ek süre verildi ve maliyet hesaplama davranışı konusunda öğrenciler zorlanmadan yapabiliyorlar. (27.05.2023)

Her bir grubun tasarımları sıcaklık ölçümleri yapıldı ve tasarımın 20-25 °C değer aralığını sağlayıp sağlamadığı değerlendirildi. Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi tablosuna değerlendirmelerini not ettiler. Tablo 4.68’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.68. T3 Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Aşaması

MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3	Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi	Ebata ekleme yapabiliriz. Yeterince karanlık olması için siyah karton ekleme.	Streçle kaplama Suyun çıkması için bir delik gerekebilir. Yeterince karanlık olması için siyah karton ekleme.	Düzeltilmesi gerekmiyor.	Daha sağlam yapmak için ekleme. Dış Süsleme
	Maliyet Hesaplama	Hesaplama yapılmış. 86,08 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 121,35 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 98,07 Lira bulunmuş.	Hesaplama yapılmış. 86,08 Lira bulunmuş.
	Tasarım içi sıcaklık (20-30°C)	25 °C	24 °C	25 °C	25 °C
	Tasarım Ölçüleri (50x40x30=60 cm ³ en az/en fazla 75 cm ³)	42x30x21= 27 cm ³	25x28x50= 35 cm ³	60x27x21= 34 cm ³	60x20x21= 25 cm ³

Gruplar kendi tasarımlarını kriterler açısından test edip değerlendirmişler, düzenleme gereken bölümleri belirlemişlerdir. Grup 1 tasarımın ışık durumunu ayarlamayı ve ebat ölçülerine ekleme yapmayı düşündüklerini ifade etmiştir. Grup 2 streçle kaplama, tasarım içi ışık durumunu ayarlama ve su tahliyesi için düzenleme gerektiğine karar vermiştir. Grup 3 düzenleme gerekmediğini belirtmiştir. Grup 4 daha sağlam hale getirme

ve dış süslemeye karar vermiştir. Grupların tasarım ebatları, sıcaklığı ve maliyet hesaplamaları konusunda kriterleri sağladığı tabloda görülmektedir. Öğrencilere revizyonlar için 40 dk. süre verilmiştir. Gözlemci notlarında bu aşama ile ilgili aşağıdaki ifadeler yer verilmiştir.

Hesaplama bölümleri öğretmen desteğine çok gerek duymadan yapıldı. Öğretmen tarafından öğrenci işlemlerine müdahale edilmedi. Gruplar kriterleri tabloya yerleştirdi. Kriterlerin test edilip değerlendirilmesi sırayla gruplar tarafından ifade edilmesi için süre tanındı. Her bir malzemenin kullanılan miktarının değeri yazılıp toplam maliyet hesaplanarak 150 lira sınırının aşılp aşılmadığı değerlendirildi. Arı otelleri estetik açıdan değerlendirildi. (27.05.2023)

Genel olarak Tasarım 3 çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşaması ile ilgili grupların yeterli hale geldikleri düşünülmektedir.

Tasarım görevi 3 dokuzuncu etkinlik çözümlerin sunulması aşaması etkinliği öğrencilerin ürettikleri prototiplerin diğer gruplara anlatılması ve grupların değerlendirmesini kapsayan çalışmadır.

Gruplar öncelikle istasyon tekniği ile tasarımları dolaşarak estetik açıdan diğer grupları değerlendirmiş kendi grupları hariç diğer gruplara 3 puan üzerinden sıralama puanı vermişlerdir. Her grubun tasarımları estetik açıdan değerlendirilmiştir.

Tablo 4.69. *Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi*

Grupların Tasarımı Estetik Açından Değerlendirmesi (T3)				
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 1		2	1	3
Grup 2	2		3	1
Grup 3	3	2		1
Grup 4	2	1	3	
Toplam	7	5	7	4
Grup Sıralaması	1.	2.	1.	3.

Değerlendirme sonunda Grup 4 üçüncü, Grup 2 ikinci, Grup 1 ve Grup 3 ise birinci olmuşlardır. Elde edilen değerler sunum sonrasında değerlendirme sürecinde Tasarım görevi 3 için en başarılı grubu belirlerken kullanılmıştır. Tablo 4.70’de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.70. *T3 Çözümlerin Paylaşılması Aşaması (***) Kazanan Grup*

Tasarım 3	Çözümlerin Sunulması	T3	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
				Sunumlar	Sunumlar	Sunumlar	Sunumlar
		değerlendirmeleri		Değerlendirmeler	Değerlendirmeler	Değerlendirmeler	Değerlendirmeler
				(16 Onay, 19 Geliştirilmeli, 0 Red)	(11 Onay, 19 Geliştirilmeli, 0 Red)	(18 Onay, 18 Geliştirilmeli, 0 Red)	(17 Onay, 19 Geliştirilmeli, 0 Red)
			Toplam	51+6=57	41+7=48	54+8=64	53+4=57
Yanlı yapılan her kriter puanlamasından gruplar 1 puan kaybettiler. Maliyet, tasarım içi sıcaklığı, hacim değerleri, estetik değerlendirmelerinden ekstra 1 puan kazandılar.							

Öğrenciler tasarımlarına ilişkin yaptıklarını kriter odaklı olarak diğer gruplara anlatmışlar, dinleyici gruplar ve öğretmenler de her bir kriteri tasarımın sağlayıp sağlamadığına ilişkin değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Değerlendirmeler sonucunda Grup 1 kriterleri sağlama açısından *16 onay, 19 geliştirilmeli* değerlendirmesi alırken, Grup 2 *11 Onay 19 Geliştirilmeli*; Grup 3 *18 onay, 18 geliştirilmeli*; Grup 4 ise *17 Onay 19 Geliştirilmeli* değerlendirmesi almışlardır. Tasarım değerlendirmelerine göre Tasarım 3 için en başarılı grup Grup 3 olarak belirlenmiştir. Gözlemci notlarında bu durum aşağıdaki ifadelerle anlatılmaktadır.

Gruplar sunum yapmaya alıştılar. Sunumu tasarım kriterleri açısından hangi kriteri nasıl sağlamaya çalıştıklarını anlattılar. Sunum grubu Tasarım 1 ve Tasarım 2'den farklı olarak Tasarım 3'te tasarım kriterlerini nasıl sağladıklarını anlatırken kendilerini eleştirdikleri noktalar varsa belirttiler. Arkadaşları aynı zamanda not alarak grupça o kriter açısından grubun sunumunu değerlendirme tablosu üzerinden değerlendirdiler. Sonrasında bir sonraki kriter geçerek sunum ve değerlendirmeler devam etti.(Şu kriteri sağlamak için şu şekilde yapabildiniz, bu malzemeyi ekleyebildiniz, neden yapmadınız gibi yorumlar yapıp grubun açıklamasını istediler.-Örnek diyaloglar gözlem analizleri bölümünde verilmiştir.) Öğrencilerin herhangi bir yönlendirme olmadan kendiliğinden tartışma ortamı oluşturması ve sunum grubunun öz eleştiri yapması eğitim sürecinin öğrenciler üzerindeki etkisini somut olarak ortaya koyduğu durumlardan biri oldu. (27.05.2023)

Görüşmeler sırasında öğrencilere eğitimin hangi becerilere katkıları olduğu sorulduğunda belirttikleri arasında sunum becerilerinin gelişmesiydi (Ö3, Ö9, Ö13, Ö15, Ö16). Öğrenciler sunum sırasında genel olarak kriter odaklı sunumlar yaptıkları, kendilerine öz eleştiri yaptıkları, dinleyici grubun dinleyip değerlendirdikleri, eleştiriler sundukları ve sunum grubunun kendi tasarımını savunabildiği tespit edilmiştir. Verilen eğitimin öğrencilerin etkinlik kağıtları, gözlem notları ve görüşme ifadeleri dikkate alındığında sunum, iletişim becerilerinin geliştirdiğini söylemek mümkündür.

Tasarım görevi 3 onuncu etkinlik yeniden tasarlama aşaması öğrencilerin ürettikleri prototiplerin grupların değerlendirmesi sonrası belirlenen revizyonların yerine getirilmesini kapsayan çalışmadır. Tablo 4.71'de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.71. *T3 Yeniden Tasarlama Aşaması*

	MTS Aşaması	Etkinlik Adı	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3	Yeniden Tasarlama	Belirlenen Eksiklikleri Tamamlama	Katlara daha çok karton ve pamuk yerleştirmek. Eklemeler yapıldı.	Kenarlara karton eklemek ve pamuk yerleştirmek. Eklemeler yapıldı.	İçini ve dışını siyah kartonla kaplamak Çiçek Eklemek Eklemeler yapıldı.	İçini siyah kartonla kaplamak Yapıştırmayı daha iyi yapmak. Eklemeler yapıldı.

Tasarım sunumları sırasında diğer grupların tasarımları eleştirmesi ile ortaya çıkan revizyon noktalarını değerlendirdiler. Buna göre Grup 1 ve Grup 2 tasarım katlarına daha çok rulo karton ve pamuk eklemeye, Grup 3 tasarım içi ve dışını siyah kartonla kaplamaya,

Grup 4 ise tasarım için siyah kartonla kaplamaya ve daha iyi yapıştırma yapmaya karar verdiler ve düzenlemelerini gerçekleştirdiler. Tasarım 1 ve 2'ye göre grupların tasarımın eksikliklerinin farkında oldukları, çözüm odaklı yaklaşımları tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında sunum ve yeniden tasarım bölümüyle ilgili fikirleri sorulduğunda öğrenciler sunumlar sırasında eksikliklerini daha iyi fark ettiklerini tamamladıklarını, birbirlerinin tasarımlarından ve fikirlerinden yeni şeyler öğrendiklerini belirtmişlerdir (Ö1, Ö2, Ö8, Ö16). Etkinlik kağıtları, gözlem verileri ve görüşme analizleri dikkate alındığında öğrencilerin sunum ve yeniden tasarım konusunda gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Tasarım görevi 3 on birinci etkinlik "Yansıtıcı Değerlendirme" içeren çalışmadır. Biten tasarımın problem durumunun tanımlanmasından yeniden tasarlama sürecine kadar geçen sürecin öz ve akran değerlendirmelerle gözden geçirilmesini sağlanması, değerlendirilmesidir. Tablo 4.72'de grupların etkinlik kağıtları analizleri yer almaktadır.

Tablo 4.72. T3 Yansıtıcı Değerlendirme

MTS Sonu	Sorular	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)	
Tasarım 3	Yansıtıcı Değerlendirme	Yapmış olduğunuz tasarımınızla amacınıza ulaşmış oldunuz mu?	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.	Amaçlarına ulaştıklarını düşünüyorlar.	Hayır, daha iyi bir tasarım yapabileceklerini düşünüyorlar.
		Problemi çözebildiniz mi?	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Problemi çözebildiklerini düşünüyorlar.	Hayır, yeniden tasarımla tamamladık.
		Her gruba aynı malzemeler temin edildiğine göre ortaya çıkan tasarımlar aynı mı? Nedenini açıklayınız.	Aynı malzemelerle farklı tasarımlar çıktı. Çünkü herkesin düşüncesi bakış açısı farklı.	Aynı malzemelerle farklı tasarımlar çıktı. Çünkü herkesin fikri farklı.	Aynı malzemelerle farklı tasarımlar çıktı. Çünkü herkesin düşüncesi farklı.	
		Diğer grupların oluşturmuş olduğu tasarımlarla sizin tasarımınızın benzer noktaları var mıydı? Varsa benzerlikleri yazınız.	Benzer yanları vardı. Ama onlardan görüp yapmadık.	Yoktu ama 3 grup da tasarımın uç kısımlarına kozalak koymuş.	Var. Streç film ve fon kartonla kaplama Kozalakları dikmeleri	

(Devamı arkada)

Tablo 4.72. (devamı) T3 Yansıtıcı Değerlendirme

MTS Sonu	Sorular	Grup 1 (Mavi Ay)	Grup 2 (Galatasaray)	Grup 3 (Çarpıklar)	Grup 4 (Bilim Severler)
Tasarım 3 Yansıtıcı Değerlendirme	Karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?	Bizi en çok zorlayan kısım ne yapacağımızı düşünmek.	Oteli yaparken hata yaptık, sonra düzeltmekte zorlandık.	Rulo kartonları keserken zorlandık.	Silikon tabancasını kullanma
	Zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?	Zorlukları düşünerek ve planlı çalışarak yendik.	Tasarımı yeniden yaptık. Herkes bir olup bir şeyler getirdi ve birleştirdik, oldu.	Birlik beraberlik içinde tartışıp güzel fikirler bularak aştık.	Öğretmenimizin desteği sayesinde
	Çalışmaya yönelik önerileriniz nelerdir?	Çalışmaya yönelik öneriler; Asla pes etmeyin. Planlı olun. Tasarımınız istediğiniz gibi olmadığında düşünüp çözüm bulup başarın.	Çalışmaya yönelik öneriler; Grupça çalışmak Tartışmak	Çalışmaya yönelik öneriler; Grupça çalışmak Tartışmak	Çalışmaya yönelik öneriler; Herkes el ele verip çalışmalı. Önce ebata bakın. Sonra içine ne konacağına.

Tasarım sonunda grupların kendilerini değerlendirdikleri etkinliklerden biri olan Yansıtıcı Değerlendirme Etkinliği içerisinde öğrencilere amaçlarına ulaşip ulaşmadıkları sorulmuş tüm gruplar amaçlarına ulaştıklarını düşünmektedirler. Problemi çözüp çözemedikleri sorulduğunda tüm gruplar çözebildiklerini belirtmişlerdir. Her gruba aynı malzemelerin verildiği çıkan tasarımların nasıl olduğu sorulduğunda tüm gruplar farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Nedeni sorulduğunda Grup 2 hariç diğer gruplar herkesin düşüncesi, fikirleri farklı olduğu için açıklamalarında bulunmuşlardır. Grup 2'nin nedenini açılmamış olduğu fakat önceki tasarımlarda benzer ifadeyi kullandığı tespit edilmiştir. 'Diğer tasarımlarla sizin tasarımınızın benzeyen yanları var mıydı?' şeklinde sorulduğunda Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 "Evet" yanıtını verirken, Grup 3 "Hayır" yanıtını vermişlerdir. Grup 3 diğer gruplarla benzeyen noktalarını "Rulo karton, pamuk ve doğal malzeme kullanılması" şeklinde ifade ederken Grup 4 ise "Streç film ve fon kartonla kaplama, kozalakları dikmeleri" şeklinde örneklendirmişlerdir.

Tasarım yapımı sırasında en zorlandıkları bölüm için Grup 1 "Bizi en çok zorlayan kısım ne yapacağımızı düşünmek", Grup 2 "Oteli yaparken hata yaptık, sonra düzeltmekte zorlandık. Tasarımı yeniden yaptık." ifadelerini kullanırken Grup 3 ve Grup 4 "kartonları keserken ve silikon tabancasını kullanırken" şeklinde araç-gereçlerin kullanımı sırasında zorlandıklarından bahsetmişlerdir. Nasıl üstesinden geldikleri sorulduğunda Grup 1 "Zorlukları düşünerek ve planlı çalışarak yendik." derken, Grup 2 ve Grup 3 "Herkesin

fikirlerini birleştirdik.”, *“Birlik beraberlik içinde tartışıp güzel fikirler bularak aştık.”* şeklinde benzer ifadeleri kullanarak grup çalışması sayesinde üstesinden geldiklerini, Grup 4 ise öğretmenlerinin desteğiyle olduğunu belirtmişlerdir. Tasarıma yönelik önerileri sorulduğunda Grup 1 *“Asla pes etmeyin. Planlı olun. Herkesin fikirlerini alın. En uygun olan fikri uygulayın. Herkesin fikrini uygulayın. Tasarımınız istediğiniz gibi olmadığında düşünüp çözüm bulup başarın.”*, Grup 2 *“Grupça çalışın, tartışın.”* ifadelerini kullanarak tasarım sürecine yönelik daha genel önerilerde bulunurken, Grup 3 *“Herkes el ele verip çalışmalı. Önce ebatını ayarlayın, sonra içine ne konacağına karar verin.”*, Grup 4 ise *“Dış görünüşü daha iyi yapılabilirdi.”* şeklinde ifadeler kullanarak tasarımın daha başarılı olması için önerilerde buldukları görülmüştür.

Başka bir tasarım sonu öz ve akran değerlendirme çalışması Tasarımın Enleri etkinliği idi. Etkinliğe ilişkin analiz tabloları Tablo 4.73’te verilmiştir.

Tablo 4.73. T3 Tasarımın Enleri Akran Değerlendirme

Kriterler	G1	G2	G3	G4
En Dayanıklı	X	X	X,X,X,X	X
En Korunaklı	X		X	X,X
En Ekonomik	X,	X	X	X
En Uygun Ölçülü		X,X,X,X		
En Kolay Ulaşılabilir	X, X,X	X,		
En Uygun Sıcaklık		X,X,X,X		
En Estetik		X	X,X,X	
Frekans Toplamları	6	12	9	4

T3 tasarımın enleri akran değerlendirme tablosuna göre grupların en başarılı bulduğu grup, Grup 2 olarak belirlenmiştir. Fakat öğretmen, öğrenci ve kriter değerlendirmelerinin puanlanmasında en başarılı tasarım ve grup, Grup 3 olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin ayrıntılı değerlendirme ile genel değerlendirmesi arasında fark oluştuğu görülmektedir.

Diğer bir değerlendirme her grubun kendini değerlendirmesi etkinliğidir. T3 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme etkinliği Tablo 4.74’de verilmiştir.

Tablo 4.74. T3 Tasarımın Enleri Öz Değerlendirme

Kriterler	G1	G2	G3	G4
En dayanıklı olan tasarım bizim gruba aitti.			X	
En korunaklı olan tasarım bizim gruba aitti.	X		X	X
En ekonomik olan tasarım bizim gruba aitti.		X	X	
En kolay ulaşılabilir malzemeli tasarım bizim gruba ait oldu.	X	X		X
En uygun ebatlı olan tasarım bizim gruba aitti.		X		
En uygun sıcaklığa sahip olan tasarım bizim gruba aitti.		X		
En estetik olan tasarım bizim gruba aitti.		X	X	X
Frekans Toplamları	2	5	4	3

Tablo 4.74'e göre Tasarım 3 kriterleri açısından kendi grubunu en başarılı bulan Grup 2 olarak görülmektedir. Grup 2 tasarım çalışmaları sırasında tasarım estetiğine en çok önem veren, estetik özelliğini yerine getirirken diğer kriterleri atlayan ve bu sebepten dolayı Tasarım 3 çalışmasını tasarım sürecinde tekrar baştan yapmak zorunda kalmış gruptur.

Not: Tasarım sonunda öğrencilere arı ve arı ürünleri ile öğretmen eşliğinde bir egzersiz yaptırılmıştır. Egzersiz sırasında öğrencilere "Oran ve Orantı" konusuna değinilmiştir. Egzersiz ve öğrenci cevapları Ek 18'de verilmiştir. Tasarım 3 (Arı Oteli Tasarım Görevi) tasarım fotoğrafları Ek 19'da sunulmuştur.

4.2.4. STEM Eğitimi Sürecine İlişkin Öğrenci Düşüncelerine Yönelik Bulgular

Görüşmelerde öncelikle öğrencilerin kolaylıkla cevaplayabilecekleri, alıştırma yönelik sorular sorulmuştur. "STEM eğitimi ya da mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü bir çalışmaya daha önce katıldınız mı?" ve "Herhangi bir bilim sergisi, bilim şenliği ve bilim atölyesi şeklinde düzenlenmiş bilimsel aktivitelere katıldınız mı?" (Prop) şeklinde sorulmuştur. Soruya ait cevaplar Tablo 4.75'te verilmiştir.

Tablo 4.75. Öğrencilerin daha önce STEM eğitimi alma durumuna yönelik düşünceleri

Soru 1	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Daha önce STEM eğitimi ya da mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü bir çalışmaya katıldınız mı?	Hayır.	18	Öğrencilerin Hepsi	%100
Herhangi bir bilim sergisi, bilim şenliği ve bilim atölyesi şeklinde düzenlenmiş bilimsel aktivitelere katıldınız mı?	Hayır.	15	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18	%83
	Evet.	3	Ö3, Ö9, Ö10	%17

Tablo 4.75’den anlaşıldığı üzere görüşme yapılan öğrencilerin tamamı daha önce STEM eğitimi veya uygulamaları, mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü herhangi bir eğitim almadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerden 3’ü bilim sergisi, bilim şenliği, atölye çalışmasına katılmış, diğer 15 öğrenci böyle bir bilimsel aktiviteye katılmadıklarını ifade etmişlerdir. Bilimsel aktiviteye katılan öğrencilerden biri “*İlkokulda bir bilim sergisine katıldım.*”, biri “*Ailemle bir kere bilim müzesine gittim.*” diğeri ise “*Denizli’de strach programını öğrenmeyle ilgili bir günlük eğitim vardı, ona katıldım.*” ifadelerini kullanmışlardır. Öğrenci ifadelerinden de anlaşıldığı üzere öğrencilerin daha önce STEM eğitimi ve uygulamalarıyla ilgili, mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği bir eğitim almamış oldukları görülmektedir.

Öğrencilere STEM eğitimine yönelik görüşlerini almak için “*STEM eğitimini fen bilimleri dersi ile kıyasladığımızda olumlu ve olumsuz yanları nelerdi?*” şeklinde soru sorulmuştur. Öğrencilerin sorulan soruya yönelik görüşleri Tablo 4.76’da verilmiştir.

Tablo 4.76. *STEM eğitiminin olumlu ve olumsuz yanlarına ilişkin düşünceleri*

Soru 2	Olumlu Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
STEM eğitimini fen bilimleri dersi ile kıyasladığımızda olumlu ve olumsuz yanları nelerdi?	Akademik Gelişim	Yeni şeyler öğrenmek Çevre konusunda bilgi sahibi olmak Fen başarısının artması	12	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö15, Ö18	%67
	Beceri Gelişimi	Tasarım Yapabilmek	5	Ö16, Ö12, Ö14, Ö17, Ö11	%28
	Grup Çalışması	Grupça yeni şeyler öğrenmek Arkadaşlarla zaman geçirmek	3	Ö4, Ö6, Ö9	%17
	Yok	Cevap yok.	1	Ö3	%6
STEM eğitimini fen bilimleri dersi ile kıyasladığımızda olumlu ve olumsuz yanları nelerdi?	Olumsuz Temalar	Kodlar			
	Yok	Yok	7	Ö1, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö18	%39
	Sınırlamalar	Dikkatli araç-gereç kullanma Zaman Sınırı Yazı yazma	7	Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö11, Ö14, Ö17	%39
	Düzensizlikler	Grup içi uyumsuzluk Devamsızlıklar	2	Ö15, Ö16	%11

Tablo 4.76’den anlaşıldığı üzere görüşme yapılan öğrenciler STEM eğitimini fen bilimleri dersi ile kıyasladıklarında olumlu yanlarla ilgili “Akademik Gelişim” (%67) , “Beceri Gelişimi” (%28) ve “Grup Çalışması” (%17) temalarına işaret edilmiştir. Öğrenciler “*proje yapabilmek, tasarım yapabilmek*”, “*çevre ve biyoçeşitlilik konusunda bilgi sahibi olmak*”, “*yeni şeyler öğrenmek, grupça yeni şeyler öğrenmek*”, “*fen derslerindeki başarısının artması*” gibi ifadeler kullanmışlardır. STEM eğitiminin olumlu

yanlarından bahseden Ö5 STEM eğitiminin ders başarısına katkısını “*STEM eğitiminin olumlu yanı ben hep fen sınavlarından düşük alıyordum ama STEM kursu notlarımın yükselmesini sağladı. En son sınavda en yüksek not aldım. Hatta sınavda çok fazla biyoçeşitlilik sorusu çıkmıştı ben hepsini cevapladım.*” şeklinde ifade etmiştir. Ö2 çevre ve biyoçeşitlilikle ilgili bilgisinin arttığını “*Hocam mesela bu kursa katılmadan önce çok bir şey bilmiyordum. Ama katıldıktan sonra 6. ünite (çevre ve insan) konusunda kolaylık sağladı.*” Araştırmacının “*Ne gibi kolaylık sağladı?*” sorusuna Ö2 “*Mesela öğretmen biyoçeşitlilik konusunda bize sorular soruyor, biz düşünmeden kolaylıkla cevap verebiliyoruz. Kendimi daha bilgili hissediyorum.*” şeklinde ifade etmiştir. Yine aynı şekilde tasarım yapabilmeyi olumlu yan olarak belirten Ö17 “*Fen derslerinde anlatım ve yazma yapılıyor. Okulda olan projede az bir şeyler yapıyoruz. Ama STEM dersinde tasarım yaptığımız zaman bir şeyler yazıyoruz, onla araştırmamızı yapıyoruz, yaptıklarımızı yazıyoruz, tasarım üretiyoruz. Daha kolay oluyor.*” ifade etmiştir. Öğrencilerin STEM eğitimi ile ilgili fen bilimleri dersinden farklı olarak en çok akademik gelişim konusunda desteklediği, ardından beceri gelişimi ve grup çalışmaları temalarında gelişim sağladığı görülmektedir.

Tablo 4.76’den anlaşıldığı üzere görüşme yapılan öğrenciler STEM eğitimini fen bilimleri dersi ile kıyasladıklarında olumsuz yanlar olarak “Sınırlamalar” (%39) ve “Düzensizlikler” (%11) temalarına işaret etmişlerdir. Öğrencilerin %39’u ise herhangi bir olumsuz fark olmadığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler olumsuz yanları “*dikkatli araç-gereç kullanma*”, “*malzeme sınırı*”, “*zaman sınırı*”, “*grup içi uyumsuzluk*”, “*devamsızlıklar*” şeklinde ayrıntılandırmışlardır. Ö11 araç-gereçleri dikkatli kullanma ile ilgili “*Silikon tabancası ve makas kullanırken dikkatli olmamız gerekiyordu. Yoksa canımızı acıtabilirdi.*” şeklinde belirtmiş, Ö13 zaman sınırı ile ilgili “*Eğitim süreci daha uzun olabilirdi. Bize kısa geldi.*” şeklinde, Ö14 ise malzeme sınırı için “*Daha fazla malzeme olsaydı çok daha iyi tasarımlar yapabilirdik.*” şeklinde ifade etmişlerdir. Tablo 4.76’den da anlaşılacağı üzere öğrenciler STEM eğitiminin olumsuz yanları olarak en çok tasarım süreci başında öğrencilere getirilen malzeme, zaman ve maliyet sınırlamalarının olduğunu ifade etmişlerdir. İkinci olarak grup içi uyumsuzluklar ve tasarım görevi sırasında devamsızlık durumları, grubun eksilmesine neden olan durumlar olduğu görülmektedir. Aslında genel olarak çalışma grubunun devamsızlık durumu 20 haftada yok denecek kadar az olmuş, hastalık veya özel durumlarda devamsızlık yaşanmıştır. Fakat gruplar en iyi tasarımı oluşturmaya odaklandıkları için bazı öğrencilerin grup içinde bu durumun eksikliğini daha çok hissettiğini söylemek mümkündür.

STEM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla “STEM eğitimi mühendislik mesleğine bakış açını değiştirdi mi? Nasıl?” sorusu sorulmuştur. Soruya ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 4.77’de verilmiştir.

Tablo 4.77. STEM eğitiminin mühendislik mesleği bakış açılarına ilişkin etkisine yönelik düşünceleri

Soru 3	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
STEM eğitimi mühendislik mesleğine bakış açını değiştirdi mi?		Hayır	8	Ö1, Ö4, Ö5, Ö8, Ö11, Ö16, Ö17, Ö18	%44
		Evet	10	Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15	%56
Nasıl?	Beceri Gelişimi	Daha iyi tasarım yapmada Deney yapmada Öngörülü olmada	4	Ö3, Ö10, Ö14, Ö15	%22
	Akademik Gelişim	İlerde disiplin alanlarının işimize yaramasında İlerde disiplin alanlarının işimize yaramasında Yeni şeyler öğrenmede	3	Ö6, Ö7, Ö13	%17
	Mühendislik Bakış Açısı	Nasıl çalıştığımı anlamada Nasıl bir bakış açısına sahip olduğumu anlamada	2	Ö12, Ö15	%11
	Duyuşsal Gelişim	Hemen pes etmemede Önemli olduğunu anlamada	2	Ö2, Ö10	%11
STEM eğitimi bilim insanlarına olan bakış açını değiştirdi mi?		Hayır	6	Ö1, Ö3, Ö5, Ö11, Ö14, Ö17	%33
		Evet	6	Ö4, Ö6, Ö10, Ö12, Ö15, Ö18	%33
Nasıl?	Bilimsel Bakış Açısı	Nasıl araştırma yaptıklarını öğrenmede Farklı şeyler öğrenmede Çok düşündükleri gerektiğini anlamada Araştırma yapmada	5	Ö4, Ö10, Ö12, Ö15, Ö19	%28
	Meslek Bilgisi	Meslek bilgisi artmada	1	Ö4	%6
	Evrensel Katkı	Dünyaya katkı sunduklarını anlamada	1	Ö6	%6

Tablo 4.77'den de anlaşıldığı üzere görüşme yapılan öğrencilerden “STEM eğitimi mühendislik mesleğine bakış açını değiştirdi mi?” sorusuna %50’si “Hayır”, %50’si “Evet” yanıtını vermişlerdir. Değiştirdiğini ifade eden öğrencilere “Nasıl?” sorusu sorulmuş, öğrenciler “Beceri Gelişimi” (%22), “Akademik Gelişim” (%17), “Duyuşsal Gelişim”(%11) ve “Mühendislik Bakış Açısı”(%11) temalarını işaret eden yorumlamalarda bulunmuştur. Öğrencilerden Ö2 “Mühendisliğin gereksiz bir şey olduğunu düşünüyordum ama bu eğitim öyle olmadığını gösterdi. Önemli olduğunu anladım.” şeklinde mühendislikle ilgili kendindeki değişimi ifade etmiştir. Bu durum bazı öğrencilerde STEM eğitiminin mühendisliğe karşı olumlu algı oluşturduğunu göstermektedir. Ö9 “Önceden en çok öğretmen, hemşire, bilgisayar mühendisi falan olmak istiyordum. Eğitimden sonra sadece bilgisayar mühendisi, makine mühendisi gibi mühendislik mesleklerini olmak istiyorum.” şeklinde görüş belirterek meslek seçimi ile ilgili düşüncesinin değiştiğini işaret etmiştir. Ö12 mühendislikle ilgili “Mühendisler nasıl çalışır, ne yapar, nasıl bakış açısına sahiptir hepsini öğrendim artık.” ifadeleri kullanırken, Ö10 “Mesela ben önceden yapamadığımda hemen pes ediyordum ama tasarımlar sırasında pes etmeyip tekrar tekrar denemeyi öğrendik. Herkesten çok farklı çözüm önerileri geldi. Hem ben de öğrenmiş oldum. Hem de tasarımlara katkı sağlamış oldu.” şeklinde düşüncelerini aktarmış, Ö14 ise “Daha iyi tasarımlar yapmamızı sağladı.” demiştir. Eğitimin öngörülü olmayla ilgili katkısı için Ö15 “Önceden önüme çıkabilecek durumları tam olarak kestiremiyordum ama eğitimden sonra olayları daha iyi görebilmemi sağladı.” ifadesini kullanmıştır. Örnek öğrenci ifadelerinden de anlaşılacağı üzere STEM eğitimi çalışma grubu öğrencilerinin yarısından fazlasının mühendislik bakış açısını olumlu yönde değiştirdiği görülmektedir.

Görüşmeler sırasında bazı öğrencilere “STEM eğitimi bilim insanlarına olan bakış açını değiştirdi mi? Nasıl?” sorusu sorulmuştur. Soru sorulan öğrencilerden % 33’ü “Hayır”, % 33’ü “Evet” şeklinde yanıt vermiştir. “Evet” yanıtı veren öğrencilere “Nasıl?” sorusu sorulmuştur. Öğrenci cevaplarına göre oluşturulan temalarda “Bilimsel Bakış Açısı” (5), “Meslek Bilgisi” (1) ve “Evrensel Katkı” (1) ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerden Ö12 “Bilim insanlarının da nasıl çalıştığını, araştırmaları nasıl yaptıklarını öğrendim.”, Ö10 “Bilmediğimiz konularda araştırma yapıyorduk, farklı şeyler buluyorduk, hem bu şekilde onların çalışma şeklini öğrendim. Hem de o araştırmalardan yola çıkarak tasarımlar yapıyorduk. Yeni şeyler öğrendim. Ben bilim insanı olmak istiyorum öğretmenim.”, şeklinde ifade ettiği aynı konuda Ö18 “Bilim insanlarının ne kadar çok düşündüğünü anladım. Önceden tek bir iş yaptıklarını düşünürken şimdi projeyi yürütürken birçok iş yaptıklarını anladım.” ifadesini kullanmış, Ö6 “STEM kursuna

gelince daha çok düşünce üretebiliyorum. Mesela kendimi ilk tasarımda bilim adamı gibi hissettim. Bir şeyler sunuyorsun, bir şeyler tasarlıyorsun hem de bu doğaya katkı oluyor. O nedenle nasıl çalıştıklarını deneyimlemiş oldum. Dünya'ya katkı sunduklarını gördüm.” şeklinde düşüncelerini ifade etmişlerdir. Örnek öğrenci ifadelerinden yola çıkarak soru sorulan öğrencilere STEM eğitiminin bilim insanının çalışma şekli, düşünce yapısı ve topluma kazandırdıkları konusunda olumlu katkı sağladığını söylemek mümkündür.

Uygulanan STEM eğitiminin etkililiğini belirlemeye yönelik “STEM Eğitimi ve yapmış olduğunuz tasarımlar, düşüncelerinizde nasıl bir değişiklik yarattı?” sorusu sorulmuştur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.78’de verilmiştir.

Tablo 4.78. STEM eğitiminin öğrencilerde yarattığı düşünce değişikliklerine yönelik düşünceleri

Soru 4	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
STEM Eğitimi ve yapmış olduğunuz tasarımlar düşüncelerinizde nasıl bir değişiklik yarattı?	Bilişsel Düşünce Değişiklikleri	Mühendislik Algısı Bir konuda fikirler üretebilme Eksiklikleri farkedebilme ve düzeltebilme Eksiklikleri farkedebilme ve düzeltebilme Yeni bilgiler öğrenme Fen başarısı Nasıl yapılacağını öğrenme	12	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17	% 67
	Beceriyle İlgili Düşünce Değişiklikleri	Araç-gereç kullanabilme Tasarım yapma Beceri kazanma Paylaşma	8	Ö3, Ö6, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17	% 44
	Duyuşsal Düşünce Değişiklikleri	Yapabildiklerini farketme Tasarruflu olma düşüncesi Canlılara bakış Çevre farkındalığı Tasarım yapma eğlenceli Arkadaşlarla bir şeyler yapabilme inancı Arkadaş düşüncelerine saygılı olma. İlginin artması.	7	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö15, Ö18	% 39

Öğrenciler “Bilişsel Düşünce Değişiklikleri” (%67), “Beceriyle İlgili Düşünce Değişiklikleri” (%44) ve “Duyuşsal Düşünce Değişiklikleri” (%39) temalarını işaret eden yorumlamalarda bulunmuşlardır. Bilişsel düşünce değişiklikleri ile ilgili öğrenciler aşağıdaki ifadeleri kullanmışlardır.

Bir konuda STEM olmadan önce çok fikir üretmediğimi düşünüyorum. STEM eğitimi sonrasında daha iyi düşünebildiğimi fikir üretebildiğimi düşünüyorum. (Ö12),

Önceden yapılacak bir şeyi yapar geçerdim ama bu eğitimi aldıktan sonra nerde hata yaptığımı görebiliyorum. Düzeltebiliyorum. (Ö17),

Fen bilimlerinde hiç bilmediğimiz konulara hazırlıklı olduk. Öğrendik. İkincisi bilmediğim birçok şey öğrendim. Arıların hayatı hakkında bilgi sahibi olmak gibi. Biyoçeşitliliğin her şeyini öğrendiğim için çok mutluyum. (Ö9)

Beceriyle ilgili düşünce değişiklikleri ile ilgili öğrencilerden, aşağıdaki ifadelerle STEM eğitimi ile becerilerinin geliştiğini ve becerilerine dönük düşüncelerinin değiştiğini belirtmişlerdir.

*El becerilerim gelişti. Önceden el becerisi isteyen şeyleri çok yapamıyordum. (Ö12),
Grupla beraber iyi bir tasarım yapmaya çalıştık. Tek başımıza olsak yapamazdık. (Ö11),
Öğrendiklerimi arkadaşlarımla paylaşmak güzel. Onlar da benimle bilgilerini paylaşıyor. Böylece daha iyi şeyler üretebiliyoruz. (Ö13),
Eskiden tasarımda kullandığımız araç-gereçleri kullanamıyordum. Tasarım yapamıyordum. Şimdi yapabiliyorum. (Ö16)*

Duyuşsal düşünce değişiklikleri ile ilgili öğrenciler aşağıdaki gibi düşüncelerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler STEM eğitimi sayesinde duyuşsal farkındalıklarının geliştiğini, düşüncelerinin değiştiğini belirtmişlerdir.

*Neler yapabildiğimi farkettim. (Ö6),
Burda arkadaşlarımla çalıştığında birşey farkettim. Onlarla benim düşüncelerim uyuşmadığında anlaşmazlık oluyor. Burda herkesin düşüncesine saygı duymaya çalıştım. Hep 2. Olmuş olabiliriz ama hem kendimi geliştirmiş oldum. Hem de başkalarının fikirlerine saygı duymayı öğrendim.(Ö5),
Hayvanlara olan bakış açım değişti. Önceden bir kuş gördüğümde sadece bakıyordum. Şimdi bunun soyu tüketiyor mu acaba diyorum. (Ö18),
Önceden nasıl yapacağımı bilemiyordum, sonradan öğrendim, daha güzel yapmaya çalıştım, ilgim arttı, yapabileceğimi gördüm. (Ö15)*

Bulgulara göre öğrenci görüşlerine göre en fazla gelişim sağladıklarını düşündükleri alan bilişsel alan olarak tespit edilmiştir. Fakat verilen eğitim ve oluşturulan tasarımlar bilişsel, psikomotor ve duyuşsal açılardan düşüncelerinde olumlu yönde değişiklikler yarattığını, bilişsel, psikomotor ve duyuşsal alanlardaki toplu değişimin öğrencilerde SOY'un gelişiminde destekleyici olacağını söylemek mümkündür.

Uygulanan STEM eğitiminin etkililiğini belirlemeye yönelik "STEM eğitiminin günlük hayata nasıl bir katkı sunacağını düşünüyorsunuz? Neden?" sorusu sorulmuştur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.79'da verilmiştir.

Tablo 4.79. STEM eğitiminin günlük hayata muhtemel katkısına yönelik düşünceleri

Soru 5	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
STEM Eğitiminin günlük hayata nasıl bir katkı sunacağını düşünüyorsunuz?	Akademik	Biyçeşitlilik bilgisiyle	9	Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16	% 50
	Gelişim	Çalışkan olmamızda (Başarılı Olma)			
		Fen başarısının artmasında			
		Fen başarısının artmasında			
		Çevre konusunda daha bilgili olmada			
		Bilgi öğrenmede			
		Matematik öğrenmede			
	Çevre Farkındalığı	Çevreye karşı duyarlı olmada	6	Ö1, Ö3, Ö4, Ö14, Ö16, Ö17	% 33
		Doğayı korumamızda			

(Devamı arakada)

Tablo 4.79.(devamı) *STEM eğitiminin günlük hayata muhtemel katkısına yönelik düşünceleri*

Soru 5	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
STEM Eğitiminin günlük hayata nasıl bir katkı sunacağını düşünüyorsunuz?	Çevre Farkındalığı	Canlıların yaşam alanlarının artırmamızda	6	Ö1, Ö3, Ö4, Ö14, Ö16, Ö17	% 33
	Mühendislik becerileri	Tasarım yapmada Benzerlerini yapabilmemizde Ürün üretme			
	Bilimsel Düşünme Becerileri	Araştırmacı olmada Düşünebilmemizde Çok sayıda fikir üretebilmede	2	Ö7, Ö12	% 11
	İletişim Becerisi	Paylaşmamızda	1	Ö13	% 6

Öğrencilerin %50'si STEM eğitiminin günlük hayata nasıl bir katkı sunacağı ile ilgili "Akademik Gelişim" vurgusu yapmış, %33'ü "Çevre Farkındalığı" anlamında katkı sunacağını, %28'si "Mühendislik Becerileri" açısından, %11'si "Bilimsel Düşünme Becerileri", %6'sı ise "İletişim Becerisi" açısından katkı sunacağını işaret etmişlerdir. STEM eğitiminin günlük hayatlarına katkıları ile ilgili Ö15 "Çevre kirliliği ve çevre konusunda daha bilgili durumdayım. Mesela arı gibi hayvanları nesli tükenmesin diye, korumaya çalışıyorum. Hayvanlardan artık korkmuyorum." şeklindeki ifadesi ile çevre farkındalığı ve akademik gelişime vurgu yaparken, Ö13 "Bilgiler öğrendikçe onları kullanıyorum, arkadaşlarımla paylaşıyorum, bir şeyler üretiyorum, ya da yarım kalan bir şeyi hallediyorum." diyerek iletişim becerisi ve mühendislik becerilerinin gelişimine katkısından bahsetmiştir. Ö1 çalışmaların ve tasarımların doğa ve canlılığın devamlılığına katkısı için "Bu tarzda tasarımlar yaptıkça bizler arılar daha uzun süre yaşar, daha çok tohum olur ve daha çok bitkiler olur. Arılar yaşadıkça da bitkiler artar. Bitkiler arttıkça diğer canlılar artar." şeklinde düşüncelerinden ve canlılar arası ilişkiden bahsetmiştir. Ö12 bilimsel düşünme becerileri ile ilgili "Günlük hayatta karşıma bir sorun çıktığında daha iyi düşünebilirim. Daha çok fikir üretebilirim. Çözümleyebilirim." derken Ö9 "Bundan sonra artık daha çalışkan, bilgili ve araştırmacıyım. Daha çok araştırma yaparım." şeklinde eğitimin ve tasarımların katkısından bahsetmişlerdir. Öğrenci görüşlerinden de anlaşılacağı üzere almış oldukları eğitim öğrencilerin bundan sonraki günlük hayatlarında kullanabilecekleri gelişimi elde ettiklerini söylemek mümkündür.

Uygulanan STEM eğitiminin etkililiğini belirlemeye yönelik "Hayatınızda bundan sonra güncel hayat problemleriyle karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz?" sorusu sorulmuştur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.80'de verilmiştir.

Tablo 4.80. Öğrencilerin STEM eğitiminin güncel hayat problemlerine yaklaşımına katkısına yönelik düşünceleri

Soru 6	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)				
Hayatınızda bundan sonra güncel hayat problemleriyle karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz?	En Fazla Üç Aşamalı Yol İzleme	Araştırma	8	Ö3, Ö4, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17	% 44				
		Düşünme							
		Sunum							
		Kriter Sağlama							
		Denerim							
		Tamir Ederim							
		Problemi anlama							
		Problemi çözme							
		Düşünürüz							
		Karar veririz							
		En Az Dört Aşamalı Yol İzleme				Düşünmek	8	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö18	% 44
		Uygulamak							
		Denemek							
		Başka şeyler denemek							
Düşünme									
Deneme									
Test Etme									
Düzeltilme									
Araştırma Yaparım.									
Malzemeleri kullanırım.									
Uygun bir yere yerleştiririm.									
Eksikleri tamamlarım.									
Araştırma									
Problem çözme									
Tasarım									
Nedenini bulma									
Eksik tamamlama									
Araştırma									
Bilgi sunma									
Düşünme									
Tasarım hayal etme									
Tasarım Çizme									
Sunma									
Araştırma									
Planlama									
Çizme									
Malzemeleri ayarlama									
Ürünü tasarlama									
Test etme									
İyileştirme									
Fikrim Yok		2	Ö6, Ö8	% 11					

Öğrencilerin %44'ü “Hayatınızda bundan sonra güncel hayat problemleriyle karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz?” sorusuna “Araştırırım.”, “Düşünürüm.”, “Problemi anlarım ve çözerim.”, “Düşünür, karar veririm.” şeklinde en fazla üç aşamalı bir yol haritası çizerken, %44'ü dört aşama ve üstü yol haritası çizdiği tespit edilmiştir. Ö2 ile öğretmen arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

Öğrenci 1: Tohumlar, arılar, kuşlar gibi canlılar için daha çok yaşam alanı yaparım, çoğaltırım. Bilinçsiz avlanmaya da karşı gelirim öğretmenim. (Sorular yineleniyor.)

Öğrenci 1: Hangi hayvanın nesli tükeniyorsa ona uygun bir yaşam alanı yaparım. Proje tasarlarım.

Araştırmacı: Projeyi nasıl tasarlıyorsun? Nasıl bir yol izlersin?

Öğrenci 1: Canlı ile ilgili araştırma yaparım. Ona göre malzemeler kullanırım. Uygun bir yere koyarım.

Araştırmacı: Problemin çözüldüğünden nasıl emin olursun?

Öğrenci 1: Gözlemlerim. Canlılar ürettiğimiz tasarımlara geliyorlar mı, çoğaltıyorlar mı diye.

Araştırmacı: Peki gözlemledik. Amacımıza ulaşamadığımızı gördük. Devamında nasıl ilerlersin?

Öğrenci 1: Ek çözümler arar, uygularım. şeklinde beş aşamalı bir yol haritası çizmiştir.

Aynı şekilde Ö10 ile araştırmacı arasındaki diyalog aşağıdaki gibi ilerlemiştir.

Öğrenci 10: Önce doğal kaynaklardan ilerlerim, canlılara zarar veren zirai ilaçlanma gibi uygulamaları engellerim.

Araştırmacı: Problemlerle karşılaştın ilk adım olarak ne yaparsın?

Öğrenci 10: Sizin öğrettiğiniz yoldan giderim öğretmenim, ilk önce araştırırım. Sonra planlarım, bir yere çizerim. Sonra da onu yapmak için malzemeleri ayarlarım, sonra da ürünü tasarlarım.

Araştırmacı: Ürünü tasarladın, ürünün amaca uygun olduğunu nasıl anlarsın?

Öğrenci 10: Test ederim. Mesela dayanıklı mı değil mi diye.

Araştırmacı: Peki test ettik, kriterlerden birine tam olarak çözüm olmamış o zaman nasıl devam edersin?

Öğrenci 10: O kriteri daha iyi hale getiririm, düzenlerim. Olmazsa pes etmem gerekirse baştan yaparım. şeklinde araştırmacının alt soruları ile 7 aşamalı bir problem çözme sürecini ifade ettiği görülmektedir. Hatta en son Ö10 “Sizin bize öğrettiğiniz yolları izlerim öğretmenim, mühendislik tasarım sürecini takip ederim.” ifadelerini kullanarak eğitimin Ö10 üzerindeki etkisini görmek mümkündür.

“Hayatınızda bundan sonra güncel hayat problemleriyle karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz?” sorusuna öğrencilerden ikisi herhangi bir yorum yapamamıştır. Genel olarak bakıldığında öğrencilerin yarısına yakını en az dört aşamalı bir yol haritası belirleyebilirken, yarısına yakınının en fazla üç aşamalı bir yol haritası çizebildiği tespit edilmiştir. Bu durum verilen 20 haftalık STEM eğitimi uygulamalarının çocuklar üzerindeki etkisini göstermektedir.

Uygulanan STEM eğitiminin etkililiğini belirlemeye yönelik bir diğer görüşme sorusu “Hayatınızda bundan sonra yeni farklı bir fikirle karşılaştığınızda nasıl yaklaşırınız?” şeklinde sorulmuştur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.81’de verilmiştir.

Tablo 4.81. Öğrencilerin hayatlarında farklı fikirlerle karşılaştıklarında muhtemel yaklaşımlarına yönelik düşünceleri

Soru 7	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Hayatınızda bundan sonra yeni farklı bir fikirle karşılaştığınızda nasıl yaklaşırınız?	En Fazla İki Aşamalı Yaklaşım			
	Düşünürüm. Hayal ederim. Kendi fikrimle karşılaştırırım. İyiye kabul ederim. Karşı fikri uygularız, olmazsa benimkini uygularız. İzlemem Düşünürüm. Fikirler üretip yapmaya çalışırım.	6	Ö1, Ö7, Ö11, Ö14, Ö16, Ö18	% 33
En Az Üç Aşamalı Yaklaşım				
	Farklı fikri dinleme Kendi fikrimi söyleme En iyisini seçip karar verme (3) Fikirleri alma En iyisini seçme Uygulama (2) Fikir alma Araştırma yapma Mantıklı olanı uygulama Fikirleri alma Kendi düşüncem ile kıyaslama Araştırma yapma Mantıklı olanı seçme Araştırırım. Yapabileceklerimi belirlerim. Düzenleme yaparım. Deneme Düşünme Canlandırma Kağıda çizme Fikirleri deneme Kendi fikrimi uygulamaya çalışırım. Kabul edilmezse ortak çözüm bulmaya çalışırım. İki fikri yorumlarım, karşılaştırırım. İkisini birleştiririm.	11	Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17	% 61

Öğrencilerin %33'ü "Hayatınızda bundan sonra yeni farklı bir fikirle karşılaştığınızda nasıl yaklaşırınız?" sorusuna "Hemen kabul etmem, önce düşünürüm. Hayal ederim." (Ö16), "Kendi fikrimle karşılaştırırım, iyiye kabul ederim." (Ö1), "Arkadaşın istediği neyse onu yaparım, olmazsa benimkini yaparız." (Ö11) şeklinde

düşüncelerini açıklamışlardır. Öğrencilerin %61'i ise “Önce onun söylediğini dinlerdim. Sonra kendi fikrimi de söyledim. Sonra ikisi arasında en iyisi hangisiyse ortak bir şekilde bulup seçip karar verirdik.” (Ö2), “Arkadaşlarımdan tavsiye alırım, araştırma yaparım o konuda. Eğer bana mantıklı gelirse olumlu yaklaşırım.” (Ö9), “İlk önce fikirleri dinlerim. Kendi düşüncelerime bakarım. Araştırma yaparım. Mantıklı gelirse kabul ederim yoksa etmem.” (Ö12) düşüncelerini ifade etmişlerdir. Araştırmacı Ö12’ye ek olarak “Önceden de böyle mi yaklaşıyordun farklı fikirlere, eğitimin katkısı oldu mu?” şeklinde ek soru yöneltmiş, Ö12 “Önceden böyle yaklaşmıyordum. Mesela araştırma gibi bir şey yoktu aklımda. STEM’den sonra böyle bir şeyi araştırabiliyorum. Araştırarak bulabileceğimi biliyorum.” şeklinde düşüncesini belirtmiştir. Öğrencilerden biri “Oradaki kriterleri sağlamaya çalışırdım.” (Ö4) diyerek soruya uygun cevap verememiştir. O nedenle değerlendirmeye alınmamıştır. Görüşme sırasında “Hayatınızda bundan sonra yeni farklı bir fikirle karşılaştığınızda nasıl yaklaşılırsınız?” sorusuna öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%61) en az üç aşamalı yaklaşım sergilemeleri, farklı fikirlere karşı öğrenci yaklaşımında STEM eğitiminin etkili olduğunu, öğrencilerde esnek düşünce anlayışının geliştiğini ve grubundaki diğer üyelerin fikirlerini önemsediklerini göstermektedir.

STEM eğitiminin becerilere yönelik etkililiğini belirlemeye yönelik sorular sorulmuştur. Bu amaçla sorulan sorulardan biri “Eğitim süreci sizlerde hangi becerilerin gelişmesine yardımcı olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusudur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.82’de verilmiştir.

Tablo 4.82. STEM eğitiminin hangi becerilere katkı sağladığına yönelik öğrenci düşünceleri

Soru 8	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Eğitim süreci sizlerde hangi becerilerin gelişmesine yardımcı olduğunu düşünüyorsunuz?	STEM	Tasarım becerileri	16	Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18,	%89
	Disiplinlerine Yönelik Beceriler	Mühendislik becerileri El becerileri Akademik beceriler Fen bilimleri becerileri Matematik becerileri			
	21.yy. Becerileri	Düşünme becerisi Sanat becerileri Canlandırma becerisi İşbirliği Sunum becerileri	7	Ö3, Ö5, Ö9, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16	%39

Öğrencilerin %89’u “Eğitim süreci sizlerde hangi becerilerin gelişmesine yardımcı olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusuna “Mühendislik becerileri”, “Fen bilimleri becerileri”, “Matematik becerileri”, “Sanat becerileri” gibi becerilerden bahsederek

“STEM Disiplinlerine Yönelik Beceriler” temasına vurgu yaptığı görülmektedir. Öğrencilerin %39’unun “Canlandırma becerisi”, “Dayanışma becerileri”, “Sunum becerileri” şeklinde ifadeler kullanarak 21. yy. becerilerine işaret ettiği görülmektedir. Bu soruya öğrenciler aşağıdaki şekilde düşüncelerini ifade etmişlerdir.

*Tasarım ve sunum becerilerimi geliştirdi. El becerilerini geliştirdi. (Ö16),
El becerilerim gelişti. Grup çalışmaları, iş bölümü, iş birliği becerileri geliştiğini düşünüyorum.
Düşünme becerilerim daha iyi gelişti. (Ö12),
Mimarlığım, mühendisliğim gelişti. Matematikim de gelişti. Hayvanlara bakımım değişti. (Ö18),
Fende bazı konuları önceden öğrenerek daha çok bilgilendim. Bir şeyler yaratınca paylaşıp hep beraber bir proje yaptık. (Ö13)*

Ayrıca Ö9 ve Ö3 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

Diyalog 1

Öğrenci 9: Düşünce becerilerim arttı. Arkadaşlarımla dayanışmam arttı. Bilmediğim konuları öğrendim. Güzel vakit geçirdik.

Araştırmacı: Tasarımla ilgili hangi becerileri geliştirdi?

Öğrenci 9: Tasarımla ölçüleri falan arkadaşlarıma yardım etmeyi, işbirliği yapmayı, el ele verip bir proje tasarlamak benim için çok zevkliydi.

Diyalog 2

Öğrenci 3: Tasarım becerilerimi geliştirdi.

Araştırmacı: Hangi açılardan geliştirdi?

Öğrenci 3: Bir şeyi gözümde canlandırabilme ve onu yapabilme gücünde gelişme oldu.

Tablo 4.82 ve öğrenci ifadelerinden de anlaşılacağı üzere STEM eğitimi öğrencilerde STEM disiplinleri ve 21. yy. becerilerine yönelik gelişim sağladığı söylenebilir.

STEM Eğitiminin becerilere yönelik etkililiğini belirlemeyi hedefleyen sorulardan biri “Grup çalışmalarının size katkısı neler oldu?” sorusudur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.83’de verilmiştir.

Tablo 4.83. Grup çalışmalarının katkısına yönelik öğrenci düşünceleri

Soru 9	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Grup çalışmalarının size katkısı neler oldu?	İşbirliği	Birlikte çalışma 2	10	Ö1, Ö4, Ö5, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17, Ö18	%56
		Dayanışma 3			
		Daha çok fikir üretme 3			
		İşbirliği 1			
		Birbirlerinin eksikleri tamamlama 1			
		Tasarım yapabilme			
	İletişim	Arkadaşlık ilişkisi 3	5	Ö3, Ö7, Ö10, Ö14, Ö15	%28
		Arkadaş uyumu 2			
	Bilgi	Yeni şeyler öğrenme	5	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö9	%28
	Birikimi	Daha çok bilgi birikimi			
		Farklı fikirleri dikkate alma 1			
	Tasarım	El beceri geliştirme	3	Ö11, Ö12, Ö16	%17
	Becerileri	Tasarım yapabilme			
		Beraber ürün üretme 1			

Öğrencilere görüşme sırasında “*Grup çalışmalarının size katkısı neler oldu?*” sorusu sorulduğunda %56’sı “İşbirliği”, %28’i “İletişim ve Bilgi birikimi”, %11’i ise “Tasarım becerileri” kapsamında düşüncelerini aktarmışlardır. Öğrenciler, aşağıdaki gibi düşüncelerini aktararak grup çalışmalarının kendilerine, fikir üretebilmeye ve öğrenmeye katkısını ifade etmeye çalışmışlardır.

Daha çok becerilerimizi geliştirmeye, arkadaşlarımızla daha iyi ilişki kurmaya yardımcı oldu.” (Ö16),

Mesela sadece ben tasarım yapsaydım 1 fikir ya da 2, 3 fikir ortaya çıkardı ama arkadaşlarla 10-15 fikir oluştu. Düşünce birikimimiz oldu. Bunları deneyerek bir sonuca ulaşmaya çalıştık.” (Ö6),

Hem bizi işbirliği açısından, arkadaşlıklar açısından geliştirdi hem de düşüncelerime, tasarım yapabilmeme katkıları oldu. (Ö12)

STEM Eğitiminin becerilere yönelik etkililiğini belirlemeyi hedefleyen sorulardan biri “*Sunum çalışmalarının size katkısı neler oldu?*” sorusudur. Sorunun öğrenci cevaplarına yönelik analizi Tablo 4.84’de verilmiştir.

Tablo 4.84. *Sunum çalışmalarının katkısına yönelik öğrenci düşünceleri*

Soru 10	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Sunum çalışmalarının size katkısı neler oldu?	Sunum Becerisi	Sunum yapabilme	7	Ö3, Ö7, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17, Ö18	%39
		cesareti kazanma			
		Sunum yapmayı öğrenme			
		Rahat ifade edebilmeyi öğrenme			
		Sunum yapmaya alışma			
	Eksiklikleri	Tasarımın eksikliklerini farketme	7	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö16	%39
	Tamamlama	Eksik olan yerleri düzeltme			
		Yanlış ve eksik olan yerleri görmeyi sağlama			
	Bilgi Birikimi	Canlılar konusunda daha derin öğrenme	3	Ö1, Ö9, Ö16	%17
		Başka grup sunumlarından öğrenme			
		Bilmediklerimizi öğrenme			

Öğrencilere görüşme sırasında “*Sunum çalışmalarının size katkısı neler oldu?*” sorusu sorulduğunda %39’u “*Sunum becerisi*”, %39’u “*Eksiklikleri tamamlama*”, %17’si ise “*Bilgi birikimi*” kapsamında düşüncelerini aktarmışlardır. Öğrenciler, aşağıdaki gibi düşüncelerini aktararak sunum çalışmalarının kendilerine katkılarını ifade etmeye çalışmışlardır.

*İlk sunum yaptığımızda zorlandık. Ama sunum yaptıkça daha çok cesaretimiz arttı. (Ö13),
İnsanlara nasıl sunum yapılacağını öğrendim. (Ö18),
Başka arkadaşlarımızın sunumlarını göreyerek kendimizi geliştirdik. Eksikliklerimizi tamamladık.
(Ö16),
Yaptıklarımızı anlattık. Arkadaşlar fikirlerini söylediğinde eksikliklerimizi gördük. (Ö5),
Bilmeyenler için bilmediklerini öğrenmiş oldu. Bir eksik çalışma varsa eksikliklerimizi tamamladık.
(Ö1)*

Öğrencilerden Ö11 bir katkısının olmadığını, Ö14 ise bu konuda bir fikrinin olmadığını ifade etmiştir.

Giriş etkinliklerinin tasarım görevlerine katkısının olup olmadığına dair öğrenci görüşlerini almak amacıyla “*Yaptığımız giriş etkinlikleri tasarım görevlerini yaparken size katkıları oldu mu? Hangi açılardan katkı olduğunu düşünüyorsunuz?*” sorusu sorulmuştur. Sorulan soruya yönelik görüş tablosu Tablo 4.85’de verilmiştir.

Tablo 4.85. *Giriş etkinliklerinin tasarım görevlerine katkısına yönelik öğrenci düşünceleri*

Soru 11	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)	
Yaptığımız giriş etkinlikleri tasarım görevlerini yaparken size katkıları oldu mu?		Evet	14	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16	%78	
		Kısmen	3	Ö13, Ö14, Ö18	%17	
		Hayır	1	Ö17	%6	
Hangi açılardan katkı olduğunu düşünüyorsunuz?	Akademik Gelişim	Daha fazla bilgi edinme	14	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18	%78	
		Bilmediklerimizi öğrenme				
		Daha fazla öğrenme				
	Tasarım Düşünce Gelişimi	Bilgi desteği sağlama				
		Daha iyi tasarım yapma	6	Ö2, Ö6, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15	%33	
Çevre Farkındalığı	Çevreye karşı daha duyarlı olma	Canlılara yaşam alanı sağlamak için farkında olma	2	Ö4, Ö1	%11	
		Hayal etmeyi sağlama	2	Ö3, Ö5	%11	
	Yaratıcılık	Düşünmeyi sağlama				

Öğrencilere “*Yaptığımız giriş etkinlikleri tasarım görevlerini yaparken size katkıları oldu mu?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin %78’i “Evet”, %17’si “Kısmen”, %6’sı ise “Hayır” şeklinde ifade etmişlerdir. “Evet” ve “Kısmen” cevabı veren öğrencilere “*Hangi açılardan katkı olduğunu düşünüyorsunuz?*” sorusu sorulmuştur. %78’i “Akademik Gelişim”, %33’ü “Tasarım Düşünce Gelişimi”, %11’i ise “Çevre Farkındalığı” ve “Yaratıcılık” desteği sağladığından bahsetmiştir. Öğrenciler, aşağıdaki gibi belirterek giriş etkinliklerinin tasarım görevlerini oluşturmalarında akademik gelişim, çevre farkındalığı, yaratıcılık ve tasarım düşüncesine yatkınlık konularında destek olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmenim biz o etkinlikleri yapmadan tasarıma geçseydik ya iyi bir sonuç elde edemedik ya da çok fazla zorlanırdık. Çünkü çok bilgiye sahip değildik. Bilgilenmemizi ve daha iyi tasarım yapmamızı sağladı. (Ö2),

Hayvanlarla ilgili bilgi sahibi olmada katkısı oldu. (Ö18),

Daha fazla bir şeyler öğrenmemizi sağladı. Çevreye karşı daha bilgili ve duyarlı olmamızı sağladı. (Ö4),

Düşündüğümüz şeyleri gözümüzün önünde canlandırarak hayal ederek yapmak. (Ö3)

Uygulanan mühendislik tasarım süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla “Mühendislik tasarım süreci etkinliklerinde eğlenceli bulduğunuz etkinlik ya da etkinlikler hangisi ya da hangileriydi? Neden?” sorusu sorulmuştur. Sorulan sorunun ilk bölümüne yönelik görüş tablosu 4.86’da verilmiştir.

Tablo 4.86. Mühendislik tasarım süreci aşamalarında öğrencilerin eğlenceli bulduğu etkinliklere yönelik düşünceleri

Soru 12	Kodlar	Temalar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Mühendislik tasarım süreci etkinliklerinde eğlenceli bulduğunuz etkinlik ya da etkinlikler hangisi ya da hangileriydi?	Tasarım Kısmı	Tasarım	15	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18	%83
	Yeniden Tasarım	Oluşturma ve Düzenleme			
	Sunum Kısmı	Sunumlar	3	Ö9, Ö10, Ö16	%17
	İşbirliği	Grup	3	Ö11, Ö12, Ö15	%17
	Tartışma	Çalışmaları			
	Grupça yazma				
	Grupça çizme				
	Grupça ürün üretme				
	Yazma yaptığımız bölümler	Yazma Bölümü	1	Ö9	%6

Tablo 4.86’ya göre öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinde en eğlenceli bulduğu etkinliklerin başında %83 ile “Tasarım oluşturma ve Düzenleme” gelmektedir. Ardından %17 ile “Sunumlar” ve “Grup çalışmaları”, %6 ile “Yazma Bölümü” ifade edilmiştir. Öğrencilere eğlenceli buldukları etkinlik veya bölümleri neden eğlenceli buldukları sorulmuştur. Buna ilişkin Tablo 4.87’de verilmiştir.

Tablo 4.87. Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci etkinliklerini eğlenceli bulma nedenleri

Soru	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Neden?	Uygulama Yapma	Bir şeyler kesip biçmek eğlenceliydi. Uygularken düşünmene gerek kalmadan yaptığın için Hem bir şeyler yapıyorsun hem de eğleniyorsun. Tasarımda bir ürün ortaya çıkarıyorsun.	4	Ö2, Ö6, Ö14, Ö18	%22

(Devamı arkada)

Tablo 4.87.(devamı) *Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci etkinliklerini eğlenceli bulma nedenleri*

Soru	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Neden?	Birlikte tartışmak ve üretmek	Hep beraber yazmamız, çizimler yapmamız, projeler yapmamız. Arkadaşlarımızla daha çok eğleniyorduk, beraber bir şeyler üretiyorduk. Tasarım bölümünde arkadaşlarımızla tartışarak, grup içinde işbirliği yaparak çok eğlenceli oluyordu.	3	Ö11, Ö12, Ö15	%17
	Doğaya Katkı	Hayvanlara daha iyi bir yaşam alanı sunduğumuz için. Hem kuşların, arıların nerde nasıl yaşayabileceğini öğreniyoruz hem de kendi becerilerimizle onlara yuva yapıyoruz.	2	Ö1, Ö16	%11
	Hayali somutlaştırmak	Bir şeyleri düşünüp hayal ürünü oluşturarak tasarıma dönüştürmek daha eğlenceli.	1	Ö10	%6
	Eksiklikleri tamamlamak	Yaptığımız tasarımın eksiklerini tamamladığımız için.	1	Ö8	%6
	Öz değerlendirme	Çünkü bir şeyler yapıyoruz. Kendi fikirlerimizi sınıyoruz, değerlendirmeler yapıyoruz.	1	Ö7	%6
	Sunum yapmak Akıl Yürütmek	Sunum yapmak, akıl yürüterek metne göre soruları cevaplamak da güzeldi.	1	Ö9	%6

Öğrencilerin %22'si “Uygulama yaptıkları için”, %17'si “Birlikte bir şeyler tartışıp ürettikleri için”, %11'i “Doğaya ve canlılara katkı sundukları için”, %6'sı ise “Birlikte tartışıp ve ürettikleri için”, “Hayali bir şeyi somutlaştırdığımız için”, “Eksiklikleri tamamladığımız için”, “Öz değerlendirme yapabildiğimiz için” ve “Akıl yürüttüğümüz için” ifadelerini içeren görüşler belirtmişlerdir. Tablo 4.86 ve Tablo 4.87 incelendiğinde öğrencilerin çoğunlukla tasarım yapma, sunum ve grup çalışmalarını eğlenceli buldukları görülmektedir.

Uygulanan mühendislik tasarım süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla “Tasarım süreçlerinde en zorlandığınız bölümler neler oldu? Neden?” sorusu sorulmuştur. Sorulan sorunun ilk bölümüne yönelik görüş tablosu Tablo 4.88'de verilmiştir.

Tablo 4.88. *Mühendislik tasarım süreci aşamalarında öğrencilerin zor bulduğu etkinliklere yönelik düşünceleri*

Soru 13	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Tasarım süreçlerinde en zorlandığımız bölümler neler oldu? Neden?	Tasarım Öncesi	Soruları Cevaplarken (2) Yazma bölümlerinde (6) Araştırma bölümünde (4)	12	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18	%67
	Tasarım Sırası	Araç-gereç kullanma (3) Zaman ayarlama (1)	4	Ö10, Ö11, Ö16, Ö17	%22
	Tasarım Sonrası	Sunum (3) Yeniden tasarlama (2)	5	Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö16	%28

Öğrencilerin %67'si tasarım süreçlerinde en çok zorlandıkları bölüm olarak "Soruları cevaplarken", "Yazma bölümlerinde", "Araştırma bölümünde" diyerek "Tasarım öncesi" bölümü işaret etmişlerdir. %22'si "Araç-gereç kullanımında", "Zamanı kontrol etme" şeklinde cümleler kullanarak "Tasarım Sırası" zorlanmalar yaşadıklarını, %28'i ise "Sunum yaparken" ve "Yeniden tasarlarken" şeklinde ifadeler kullanarak "Tasarım Sonrası"ni işaret eden içeren görüşler belirtmişlerdir. Yukarıdaki tablolar incelendiğinde öğrencilerin çoğunlukla yazma, araştırma yapma ve araç-gereç kullanımları sırasında, bölüm olarak "Tasarım Öncesi"nde zorlandıkları görülmektedir. tasarım yapma, sunum ve grup çalışmalarını eğlenceli buldukları görülmektedir.

Öğrencilere en çok zorlandıkları bölümde alt soru olarak neden zorlandıkları sorulmuştur. Öğrenci cevapları ile ilgili Tablo 4.89'da verilmiştir.

Tablo 4.89. *Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci etkinliklerini zor bulma nedenleri*

Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Tasarım Öncesi	Araştırma gerektiği için Metinden soru cevapları bulmak gerektiği için Aradıklarımızı bulamadığımız için Ne yazacağımıza karar vermekte zorlandığımız için	12	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18	%67
Tasarım Sırası	Bilmediğimiz için Araç-gereçleri kullanmayı bilmediğimiz için	4	Ö10, Ö11, Ö16, Ö17	%22
Tasarım Sonrası	Topluluk önünde olduğu için Yanlış noktadan başladığımız için	5	Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö16	%28

Öğrencilerin %67'si "Araştırma gerektiği için", "Metinden soru cevapları bulmak gerektiği için", "Aradıklarımızı bulamadığımız için" ve "Ne yazacağımıza karar vermekte zorlandığımız için" şeklinde görüşlerini aktararak "Tasarım öncesi" bölümde neden zorlandıklarını açıklamışlardır. Öğrenciler bu durumu "Araştırma bölümünde mesela internet sayfasında çıkmıyordu aradığımız şey, bulmak için çok fazla uğraşıyorduk, o nedenle çok yoruyordu." Ö12, "Grupta herkesin farklı fikirleri oluyor, hangi fikri

yazacağımıza karar vermekte ve bilgileri bulmakta çok zorlanıyoruz.” Ö1 şeklinde açıklamışlardır.

%22’si “Tasarım yaparken araç-gereç kullanmayı bilmediğimiz için”, “Yeterli bilgiye sahip olmadığımız zamanlarda bilmediğimiz için” şeklinde “Tasarım Sırası”nda zorlanma sebeplerini belirtmişlerdir. Aynı şekilde “Tasarım Sonrası” için öğrencilerin %28’si “Topluluk önünde olduğu için sunum yapmada” ve “Tasarıma yanlış noktadan başladığımız için yeniden tasarımı yaparken” olarak görüşlerini aktarmışlardır. Öğrenciler bu durumu “Herkesin önüne çıktığımız için bana çekinme geliyordu. Sonradan alıştım.” Ö3, “İlk önce süsleme yaptık. Yanlış yaptığımız için başa döndük.” Ö5, “Bal mumu sürüyoruz, peteklerimiz tam yapışmadı, ters yapıştırdık. Düzgün olmadı o nedenle altındakini sökmek yeniden yapmak zorunda kaldık.” Ö10 zorlandıkları kısımlarla ilgili açıklamalar yapmışlardır. Öğrencilerin en çok zorlandıkları bölüm tasarım öncesi bölüm, ardından tasarım sonrası bölüm, görüşmelere göre en az zorlandıkları bölüm tasarımı yaparken olduğunu söylemek mümkündür.

Uygulanan mühendislik tasarım süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla “Tasarım görevlerinde en çok fikir ve çözüm üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?” sorusu sorulmuştur. Sorulan sorunun ilk bölümüne yönelik görüş tablosu Tablo 4.90’da verilmiştir.

Tablo 4.90. *Tasarım görevleri içerisinde öğrencilerin en çok fikir üretebildikleri tasarımlara yönelik düşünceleri*

Soru 14	Tasarımlar	Temalar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Tasarım görevlerinde en çok fikir ve çözüm üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?	T1	Tohum Kutusu	4	Ö5, Ö6, Ö7, Ö18	%22
	T2	Kuş Evi	7	Ö4, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17, Ö18	%39
	T3	Arı Oteli	8	Ö1, Ö2, Ö3, Ö8, Ö9, Ö11, Ö15, Ö16	%44

Öğrenciler en çok fikir ve çözüm üretebildikleri tasarım görevi olarak %44’lük değer ile T3 (*Arı Oteli Tasarım Görevi*) olarak belirtmişlerdir. Ardından %39’luk değer ile T2 (*Kuş Evi Tasarım Görevi*) ve %22’lik değer ile T1 (*Tohum Kutusu Tasarım Görevi*) gelmektedir. Öğrencilerin en çok fikir üretebildiğini düşündüğü tasarımın üçüncü tasarım olması ve çoktan aza doğru sıralandığında son tasarımdan ilk tasarıma doğru ilerlemesi eğitim süreci ilerledikçe öğrencilerin daha fazla fikir üretebildiklerini göstermektedir. Öğrencilere ilgili tasarımda neden en çok fikir veya çözüm üretebildiklerini sorduğumuzda ilgili açıklamalar Tablo 4.91’de verilmiştir.

Tablo 4.91. Öğrencilerin tasarım görevlerinde fikir üretebilme nedenleri

Neden?	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
	Bilgi Birikimi	Çok araştırdığım için Yapılacakları tahmin edebildiğim için Yaşam ortamlarını öğrendiğim için	6	Ö1, Ö2, Ö8, Ö14, Ö16, Ö17	%33
	İstek-İlgi	İlgimi çektiği için Fikirlerim kabul edildiği için	5	Ö8, Ö9, Ö10, Ö16, Ö18	%28
	Deneyim	Benzerini daha önce yaptığım için Ailemizin mesleği olduğu için	4	Ö2, Ö5, Ö10, Ö12,	%22
	Grup Desteği	Grup içi dayanışma olduğu için Grupta uzun süre tartıştığımız için	4	Ö3, Ö11, Ö13, Ö15,	%22

Bahsi geçen tasarımla ilgili en çok fikir veya çözüm üretebilmelerini öğrenciler “Bilgi birikimi” (%33), “İstek-İlgi” (%28), “Deneyim” (%22) ve “Grup Desteği” (%22) temalarına işaret etmişlerdir. Bilgi birikimi teması ile ilgili öğrenci görüşleri “Çok araştırdığım için”, “Yapılacakları tahmin edebildiğim için”, “Yaşam ortamlarını öğrendiğim için” şeklinde yer almaktadır. Bu durumla ilgili Ö16 ve Ö2 “Arılar hakkında tasarım görevi öncesinde bir şeyler araştırmıştım. O nedenle 3. Tasarımda daha çok fikir üretebildim.” görüşlerini ifade ederken Ö17 “Bilgim olduğu için kuşevilerinde neler olabileceğini tahmin edebiliyordum.” şeklinde nedenini açıklamıştır.

İstek-İlgi teması ile ilgili öğrenciler “İlgimi çektiği için”, “Fikirlerim kabul edildiği için” şeklinde görüşlerini açıklamışlardır. Öğrencilerden Ö9 bu durumla ilgili “Fikirlerim kabul edildiği için daha çok tasarıma karşı isteğim arttı.” ifadelerini kullanırken Ö16 “Arılar ilgimi çektiği için araştırıyorum, daha çok fikir üretebiliyorum.” şeklinde kendini ifade etmiştir. Deneyim teması ile ilgili Ö10 “Ailemizin mesleği aracılık olduğu için önceden biliyordum” ifadelerini kullanırken önceden aileden deneyimi olduğunu ifade etmekte, Ö5 ise tohum kutusu ile ilgili “Daha önce benzerlerini yapmıştım” şeklinde tasarımla ilgili deneyimli olduğunu ifade etmiştir. Aynı şekilde öğrenciler grup desteği temasına bağlı ilgili tasarımla ilgili konular üzerinde grupça uzun süre konuşup tartıştıkları için daha çok fikir ve çözüm üretebildiklerini (Ö15) ve grup içinde arkadaşlarıyla sürekli birbirlerine destek oldukları için daha çok fikir üretebildiklerini (Ö3) belirtmişlerdir. Tablo 4.91’e göre tasarımlarda en çok fikir ve çözüm üretebilmelerini sağlayan “bilgi birikimi” teması olarak görülmektedir. Devamında “İstek-İlgi”, “Grup desteği” ve “Deneyim” gelmektedir. Genel olarak temaların görüşülen öğrenciler sınırında değerlendirildiğinde bilgi birikimi, istek-ilgi, deneyim ve grup desteği üretilen çözüm ve fikirler üzerinde yakın değerlerde etkilere sahip olduğu görülmektedir.

Uygulanan mühendislik tasarım süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla “Tasarım görevlerinde en kolay ürün üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?” sorusu sorulmuştur. Sorulan sorunun ilk bölümüne yönelik görüşler 4.92’de verilmiştir.

Tablo 4.92. Öğrencilerin tasarım görevleri içerisinde en kolay tasarıma yönelik düşünceleri

Soru 15	Tasarımlar	Temalar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Tasarım görevlerinde en kolay ürün üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?	T1	Tohum Kutusu	8	Ö2, Ö3, Ö7, Ö8 Ö9, Ö13, Ö17, Ö18	% 44
	T2	Kuş Evi	10	Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö18	% 56
	T3	Arı Oteli			

Öğrenci görüşlerine göre en kolay ürün üretebildikleri tasarım görevi olarak %56 oranıyla “Kuş Evi” olduğu, %44 oranıyla “Tohum Kutusu” olduğu bulunmuştur. “Arı Oteli” tasarım görevinin öğrenciler tarafından kolay olduğunun düşünülmediği görülmektedir. Bu durumun nedeni öğrencilere sorulmuş olup ilgili soruda öğrenci görüşleri Tablo 4.93’te verilmiştir.

Tablo 4.93. Öğrencilerin tasarım görevini oluşturmayı kolay bulma nedenleri

Neden?	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Kolay Olması	Genel olarak kolaydı Kriterler kolaydı Kriterleri oluşturmak kolaydı		7	Ö3, Ö9, Ö11, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18	%39
		Deneyim	4	Ö2, Ö7, Ö8, Ö12	%22
Tasarımın Yapılma Şekli	Küçüktü Doğal malzemeler kullanılması		3	Ö5, Ö10, Ö14	%17
Grup Desteği	Grupun tam katılımından dolayı Gruptakilerin fikir sunması		2	Ö6, Ö13,	%11

Bahsi geçen tasarımlarla ilgili en kolay ürün üretebilme nedeni olarak öğrenciler “Kolay Olması” (%39), “Deneyim” (%22), “Tasarımın Yapılma Şekli” (%17) ve “Grup Desteği” (%11) temalarını işaret etmişlerdir. Kolay olması ile ilgili öğrenciler, “Sonuç olarak kutu bölümlerini yapıp tohumları koymuştuk.” (Ö17), “Dayanıklılık, korunaklılık,

uygun malzeme bulma gibi kriterleri oluşturmak kolaydı.” (Ö18) ifadelerini kullanırken, deneyim kazanmış olmaları ile ilgili “*Çünkü benim de kuşlarım var. Daha yakından ilgileniyorum. Bilgi sahibiyim. O nedenle bana daha kolay geliyor.*” (Ö12), “*Köyde yaşadığım için babaannemden biliyorum. Nasıl bakılır nasıl saklanır, görüyorum. O nedenle kolay geldi.*” (Ö2) şeklinde nedenini açıklamışlardır. Aynı şekilde öğrenciler tasarımın yapılma şekli ile ilgili “*Biraz küçük oldu. Kolay geldi bana.*” (Ö5), “*Çalı çırpı getirdik, doğal malzemelerle yaptık, kolay oldu.*” (Ö10) ifadeler kullanırlarken, grup desteği ile ilgili öğrenciler “*Arkadaşlar tam olarak katılım olduğu ve eksiklikler olmadığı için kolay geldi.*” (Ö6), “*Herkes bir fikir yazdı, herkesin fikrini birleştirmiş olduk.*” (Ö13) şeklinde tasarımın kolay gelme nedenlerini ifade etmişlerdir.

Tablo 4.92 ve 4.93’ten de anlaşılacağı üzere öğrencilere en çok tasarımlar, kriterler ve kriterleri oluşturma açısından ve deneyimli olmaları açısından kolay gelmiştir. Tasarımın hangi malzemelerle yapıldığını ya da nasıl yapıldığını ve grup içi dayanışmanın tasarımların ve sürecin takibini kolaylaştırdığını söylemek mümkündür.

Görüşme sırasında öğrencilere son olarak “*Oluşturulan tasarımlarla ilgili genel fikirleriniz nelerdir?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin tasarımlarla ilgili genel görüşleri Tablo 4.94’de verilmiştir.

Tablo 4.94. *Öğrencilerin oluşturulan tasarımlara yönelik genel düşünceleri*

Soru 16	Temalar	Kodlar	Frekans	Katılımcılar	Yüzde (%)
Oluşturulan tasarımlarla ilgili genel fikirleriniz nelerdir?	Güzel	Güzel	12	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö17, Ö18	%67
	Kısmen Güzel	Bazıları canlıların yaşam alanlarını tam kavrayamamışlar, o nedenle bazıları kısmen güzel. Bazıları estetiğe çok önem vermiş kriterleri tam sağlayamamışlar, o nedenle kısmen güzel.	2	Ö13, Ö16	%11
	Nötr	Nötr olanlar veya fikir belirtmeyenler	4	Ö4, Ö8, Ö12, Ö15	%22

Öğrencilerin %67’si oluşturulan tasarımların genel olarak güzel olduğunu belirtmişlerdir. %22’si nötr yaklaşmışlar veya yorum yapmamışlardır. %11’i ise bazı grupların canlıların yaşam alanlarını tam kavrayamadıkları için uygun tasarım yapamadıklarını veya estetiğe çok önem verdikleri için diğer kriterleri tam olarak sağlayamadıklarından için bahsi geçen tasarımların kısmen güzel olduğunu belirtmişlerdir. Tasarımlarla ilgili, öğrenciler aşağıdaki şekilde görüşlerini belirtmişlerdir.

*Tam arıların kuşların yaşayabileceği kriterlere uygun oteller yapmışlar. (Ö1),
Malzemeler aynıydı. Ama tasarımlar farklıydı. Sadece estetik için gruplar farklı malzeme eklemeleri yapmışlardı. Hepsi güzeldi. (Ö10),
Özellikle benim dikkatimi arı otelleri çekti. İçlerini iyice doldurmuşlar. Bazılarında arıların dikkatini çekmek için papatya falan vardı öğretmenim. (Ö3),
Ama bütün grupların en güzel yaptıkları arı otelleri olmuştu. Çünkü çeşitli malzemeler kullanmışlar, dolu doluydu. (Ö6)*

Ö17 ise tasarımlarla ilgili “Diğer tasarımlara baktıkça nasıl yapmam gerektiğini anlamıştım. Yanlış yoldan gittiğim kısımları anlamıştım. Düzeltmem gereken noktaları anlamıştım.” demiş, Ö14 ise bu eğitimde “Başarılı olduğumuzu düşündüm.” ifadesini kullanmıştır. Genel olarak bakıldığında öğrencilerin oluşturmuş oldukları tasarımları güzel ve başarılı buldukları, daha iyisini yapabilecekleri inancına sahip olduklarını söylemek mümkündür.

BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde, biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamalarının değerlendirilmesi açısından beşinci sınıf öğrencilerinin bilişsel becerilerine, 21. yy. becerilerinei STEM okuryazarlığı yeteneklerine ve mühendislik tasarım süreci davranışlarına etkisini ortaya koymak için, bulguların tartışılmış, ulaşılan sonuçlara ve önerilere yer verilmiştir.

5.1. Nicel Bulgulara İlişkin Tartışma ve Sonuç

Bu alt bölümde, biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamalarının öğrencilerin beceri temelli biyoçeşitlilik başarısı, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ile yaratıcı problem çözme becerisi üzerine etkisine yönelik tartışma ve sonuç sırası ile sunulmuştur.

5.1.1. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Beceri Temelli Biyoçeşitlilik

Başarısına Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

TIMSS 2019 Türkiye Raporu'nda (MEB, 2020) belirtilen bilişsel alan becerilerine göre hazırlanan BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi-2 testleri ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. BETBİB Testi-1 ve BETBİB Testi-2 araçları bulgularına göre öğrencilerin bilişsel alan beceri gelişimlerinden yola çıkarak fen başarı durumları yorumlanmaya çalışılmıştır.

Araştırma bulgularına göre BETBİB Testi-1 toplam puanları ön test-son test karşılaştırılmasında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde BETBİB Testi-2 sorularına öğrencilerin verdikleri cevapları değerlendiren uzmanlara ait toplam puan ön test-son test karşılaştırmasına göre son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. BETBİB Testi-2 açık uçlu soruları değerlendiren uzmanların ön test ve son test değerlendirmesine dair korelasyon analiz sonuçlarına göre orta ve yüksek düzeyde pozitif ilişki tespit edilmiştir. Özellikle BETBİB Testi-2 açık uçlu soruların farklı uzmanlar tarafından değerlendirilmesi ve uzman değerlendirmeleri arasında orta ve yüksek düzeyde pozitif ilişki görülmesi öğrencilerin ulaştıkları nokta açısından güçlendirici etki yaptığı düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamalarının öğrencilerde bilme, uygulama ve akıl yürütme becerilerini kapsayan bilişsel becerilerin gelişimini sağladığını ve biyoçeşitlilik konusu başarılarının

arttığını söylemek mümkündür. Nitekim görüşmeler sırasında öğrenciler eğitimin katkılarını ifade ederken fen alanına dair bilgilerinin ve fen başarılarının arttığını belirtmişlerdir.

STEM eğitiminin içeriği ve odaklanılan beceriler (21.yy. becerileri, üst düzey becerileri ve ortak beceriler gibi) düşünüldüğünde oluşturulan sorularda uygulama ve akıl yürütme düzeyi sorularına daha çok ağırlık verildiği görülmektedir. Bu anlamda ön test son test puanları arasında son test lehine anlamlı farkın tespiti, öğrencilerin bilişsel beceri gelişimi ve üst düzey düşünme becerileri anlamında manidar olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında karma test uygulanması ve her iki test açısından sonuçların anlamlı çıkması eğitim sürecinin öğrenciye kazandırılması hedeflenen üst düzey beceriler açısından biyoçeşitlilik STEM eğitiminin verimi hakkında olumlu yorum yapılmasını sağlamaktadır.

Beşinci sınıf öğrencilerine uygulanan eğitimin uzun süreli (20 hafta) olması sebebiyle çalışmalar beşinci sınıf öğretim programında yer alan 2. ünite (Canlılar Dünyası) bitiminden 15 gün sonra başlatılmıştır. Canlılar Dünyası bilgilerinin öğrencilerde içselleştirme sürecinin yeni olduğu dönemde ön testlerin yapılması, ön test puanlarının daha yüksek değerde olmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Buna rağmen ön test ve son test puanları arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bu durum eğitim süreci sonunda öğrencilerde ön test ve son test puanları arasında tespit edilen farktan daha ileri düzeyde gelişim göstermiş olabileceğine işaret etmektedir.

Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamalarının öğrencilerin başarısında olumlu gelişim göstermesinin sebepleri arasında konunun ve öğrenci grubunun özellikleri, modül içerik ve etkinlikleri, eğitim süresi ve öğretmen özellikleri sayılabilir. Nitekim Panasan ve Nuangchalerm (2010) yapmış oldukları çalışmada 5. sınıfların hazırlanan öğretim modülleri gibi iletişimli ve uygulamalı yöntemlerin öğrencilerin başarılarının geliştirilmesinde daha etkili olabileceğini belirtmektedirler. Aynı şekilde Ercan (2014) ve Yıldırım (2016) fen bilimleri alanındaki çalışmaların kavramsal anlama ve uygulamalara odaklanarak süreci yönetmesi, öğrenmeyi daha etkili hale getirebileceğini ve anlamlı öğrenmeyi teşvik ettiğini vurgulamaktadırlar. Bu bağlamdaki öğrenme yaklaşımları, öğrencilerin bilgi düzeylerinin artmasını, aynı zamanda uygulamalarla kendi deneyimlerini oluşturmalarına olanak tanıyarak gelişim düzeylerinin yükselmesini sağlayacağını ifade etmektedirler.

Öğrenciler daha öncesinde biyoçeşitlilik eğitimi veya STEM eğitimi odaklı bir eğitim almadıkları için araştırma süreci hassasiyetle yürütülmüştür. Öncelikle biyoçeşitlilik konusunda 5E öğretim modeline göre oluşturulmuş ders planları ve çalışma egzersizleri

uygulanmış ve mühendislik tasarım süreci hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır. Giriş etkinlikleri ve tasarım görevleri başlangıcında konu ve probleme girişi kolaylaştırabilmek ve öğrencilerin kolay bağlantı kurabilmelerini sağlayabilmek için senaryolar ile başlanmıştır. Kullanılan hikaye, belgesel gibi bağlamlar, fen konu ve kavramlarını öğrencilerin günlük yaşamla ilişkilendirmelerini sağlamakta, kavramları doğru yapılandırarak somut öğrenmeler ortaya çıkarmaktadır (Karlı Baydere ve Kurtoğlu, 2020). Öğrencilere soyut gelen biyoçeşitlilik konusunda örnek senaryolar ile bağlamsal hikayeler yaratarak daha anlaşılır ve merak uyandırıcı bir konu olarak algılamalarına çalışılmıştır. Gerçek hayat problemlerinin uygulamalarla irdelenmesi, bilgi boyutunun zihinde şekillendirilmesi ve kalıcı hale gelmesini desteklemesi düşünülmüştür. Nitekim öğrenciler yapılan görüşmeler sırasında, uygulanan giriş etkinlikleri ve tasarım süreci etkinlikleriyle biyoçeşitlilik konusundaki bilgi, beceri, deneyim ve farkındalıklarının arttığını belirtmişlerdir. Durmaz ve Seçkin Karaca (2019) yapmış oldukları çalışmada sosyobilimsel bir konu olan biyoçeşitlilik konusuna uygun öğrencilerin yaşam alanlarına yakın çevre sorunlarını, sosyobilimsel konulara dayalı fen eğitimi yaklaşımı ile ele almıştır. Verilen eğitim sonucunda öğrencilerde SBK'ya karşı farkındalık oluştuğu fakat bilimsel ve yansıtıcı düşünme becerilerinin gelişimine etki etmediğini tespit etmişlerdir. Bu durumun aksine Savran Gencer ve Doğan (2020) yaptıkları çalışmada STEM eğitiminin öğrencilerde yorum yapma, analiz, çıkarım yapma gibi bilimsel eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğine, öğrencilerde fen öğreniminin arttığına işaret etmektedir. Aynı şekilde Chang, Hwang, Chang ve Wang, (2021) öğrencilerde üst biliş becerilerinin arttığını, Kelemanı, Rasul ve Jalaludin, (2021) üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini sağladığını tespit etmişlerdir. Aydın ve Karlı Baydere (2023) ve Köngül ve Yıldırım, (2021) ise STEM eğitiminin öğrencilerde bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağladığına işaret etmişlerdir.

STEM eğitimi uygulamalarının bilişsel becerilere ve üst düzey düşünme becerilerine etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışmalardan Hasanah (2020) ve Vo ve Caspo (2023) STEM eğitiminin öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin gelişimini sağladığını belirtmişlerdir. Vo ve Caspo (2023) STEM eğitiminin tümevarımsal ve bilimsel akıl yürütme becerileri üzerindeki etkilerini iki açıdan değerlendirerek destekleyici olduğuna ve bu durumun STEM başarısıyla doğrudan bağlantılı olduğuna dikkat çekmiştir. Benzer şekilde Wicaksana ve diğerleri (2020) yapılan STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini sağladığına ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi ile fen başarısının arttığını vurgulamıştır. Bu anlamda alan yazın bulguları ile mevcut çalışma

bulguları birleştirildiğinde STEM eğitiminin öğrencilerin bilme, uygulama, akıl yürütme, eleştirel düşünme ve üst düzey düşünme becerilerini kapsayan bilişsel alan becerilerinin gelişimine katkı sunduğunu ve orantılı olarak öğrencilerde fen başarısını artırdığını söylemek mümkündür.

Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusunda deneyim kazanabilmeleri ve biyoçeşitlilik konusunda bilgilerinin derinleşebilmesi için biyoçeşitlilik konusundaki birçok kavram, ilke ve olguyu bilimsel sorgulamayla işleyen minds-on ve hands-on aktiviteleri ile deneyimleyebilecekleri giriş etkinliklerine yer verilmiştir. Bu anlamda alan yazında minds-on ve hands-on aktivitelerinin hedef gruplarda alan bilgisini desteklediği ve deneyimler kazandırarak etki gücünü artırdığı vurgulanmaktadır (Cotabish ve diğerleri, 2013; Okulu, 2019; Olivarez, 2012). Öğrencilerin tasarım görevleri sürecinde nasıl bir yol izleyecekleri konusunda bilgi, farkındalık ve deneyim kazandıktan sonra tasarım görevlerine geçilmesi ve bu sürecin sonunda beceri temelli biyoçeşitlilik başarı testlerinin tekrar uygulanması ön test ve son test puanları arasındaki son test yönünde oluşan farklılığın sebepleri olarak görülmektedir. Nitekim öğrenciler de görüşmeler sırasında daha önce STEM odaklı bir eğitime katılmadıklarını, ilk defa deneyimlediklerini ve eğitimin en çok akademik gelişimlerine destek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca sınıfta biyoçeşitlilik konusu işlenirken öğretmenlerinin sorduğu bütün sorulara cevap verebildiklerini ve 2. dönem sonu sınavında çıkan tüm biyoçeşitlilik konusu sorularını doğru yanıtladıkları için fen bilimleri karne notlarının yükseldiğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin biyoçeşitlilik konusundaki bilgilerinin süreç içerisinde arttığı, katılımcı gözlem yoluyla araştırmacı tarafından da gözlemlenmiştir. Özellikle Tasarım 2 itibarıyla öğretmen desteği olmadan mühendislik tasarım süreci aşamalarında yorum yapma, açıklama yapma, analiz yapma, çıkarım yapma, sentez ve değerlendirme gibi bilişsel becerilerin gözlenmesi başarı testlerinden elde edilen bulguları desteklemektedir. Bu durum Savran Gencer ve Doğan (2020) araştırma bulguları ile örtüştüğü belirlenmiştir.

Alan yazında STEM eğitiminin, çağdaş yaklaşım ve yöntemlerin fen konularına yönelik akademik başarıya etkisine dair birçok kapsamlı araştırma bulunmaktadır. Hatta bazı çalışmaların beceri temelli sorularla akademik başarıya dönük yordamalarda bulunduğu görülmektedir (Yıldırım, 2016; Okulu, 2019; Özer, 2019). Oysa ki, alan yazında birçok STEM eğitime uygun oluşturulmuş planlamanın aksine bilişsel alan becerilerine etkisine yönelik çalışmalar daha sınırlı kaldığı görülmektedir. Alanda STEM eğitiminin üst düzey düşünme becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisi üzerine çalışmalar kısmen yer alsa da çalışmaların çoğunlukla 21. yy. becerileri üzerine

yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle 2018 fen bilimleri programı düzenlemeleri sonrasında MEB liseye geçiş sınavı ve yükseköğretim kurumları sınavı gibi merkezi sınavlardaki soru türünü beceri temelli sorular yönünde değiştirdiği düşünüldüğünde beceri temelli başarı testlerinin geliştirilip uygulanması ihtiyaç haline geldiği düşünülmektedir. Bu anlamda alan yazında yer alan STEM eğitiminin bilişsel becerilere, üst düzey düşünme becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisini ele alınan çalışmalarda genelde STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerde ilgili becerilerin gelişimine katkı sağladığı, öğrencilerin bahsi geçen becerilerin gelişimi ile fen başarısına katkısı vurgulanmıştır. Bilişsel alanda beceri temelli değerlendirmeler yapan çalışmalar arasında Aydın ve Karşı Baydere, 2023; Chang, Hwang, Chang ve Wang, 2021; Durmaz ve Seçkin Karaca, 2019; Firdaus ve Rahayu, 2019; Hasanah, 2020; Kelemanı, Rasul ve Jalaludin, 2021; Köngül ve Yıldırım, 2021; Savran Gencer ve Doğan, 2020; Vo ve Csapó, 2023; Wicaksana, Widoretno ve Dwiastuti, 2020 yer aldığı görülmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin fen başarılarında olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşan alan yazın çalışmalarından bazıları; Barker, Nugent, Grandgenett, Keshwani ve Nelson, 2018; Ceylan, 2014; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Ercan, 2014; Ercan ve Şahin, 2015; İrkıçatal, 2016; Okulu, 2019; Rehmat, 2015; Robinson, Dailey, Hughes ve Cotabish, 2014; Siregar, Rosli, Maat ve Capraro, 2019; Tabaru, 2017; Yıldırım, 2016; Yıldırım ve Selvi, 2017 şeklindedir.

Ceylan (2014) ve Ercan (2014) tasarım temelli fen eğitiminin ve tasarım sürecinin öğrencilerin başarılarını ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerini geliştirmede katkı sağladığını belirlemişlerdir. Acar (2018) STEM eğitiminin, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri ve matematik derslerindeki başarıları geliştirmede, Firdaus ve Rahayu (2019) ise aynı grup üzerinde yapılan benzer çalışmaların bilişsel becerilerin gelişiminde etkili olduğuna işaret etmiştir.

Başarı testlerinde ölçülmek istenen durumun özelliği ve amacına göre seçilen ölçme aracı türü değişkenlik göstermektedir (Akbulut ve Çepni, 2013). Çoktan seçmeli ya da açık uçlu maddeler gibi türler kullanılabilir (Yalçın, 2018). Bir eğitim planlamasının hedef grup üzerindeki etkisi ve gelişim durumuna ilişkin fikir sahibi olmak amacıyla çalışmada çoktan seçmeli ve açık uçlu olmak üzere iki bölümden oluşan karma bir test uygulanmıştır. Bu uygulamanın öğrencilerin bilişsel becerilerine dair farklı test türleri açısından değerlendirme fırsatı verdiği ve bilişsel gelişimlerine dair sonuçların güvenilirliğini artırdığı düşünülmektedir. SBK ve FTTÇ bağlantısı güçlü olan biyoçeşitlilik konusunda alan yazında STEM uygulamalarının ve karma testlerin sınırlı düzeyde olduğu

görülmektedir. Yürütülen çalışmanın dezavantajlı bir bölgede yapılmış olması, eğitim alan grubun bilişsel gelişimi üzerindeki etkisi dikkate alındığında benzer bağlantılara sahip fen konularında örnek ve uygulamaların artması gerektiği düşünülmektedir.

5.1.2. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerilerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Eğitim süreci boyunca çalışma grubuna yönelik uygulanan STEM etkinlikleri, çalışma grubunun 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerini geliştirme amacı taşımaktadır. Uygulamalar sırasında gerek uygulanan ders planlarıyla gerek mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülüyle gerekse hedeflenen SOY yetenekleriyle öğrencilerin yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme, işbirliği ve iletişim becerileri odaklanılan beceriler arasındadır. Böylece öğretim programı ile uygulamalar arasındaki makası daraltarak (Çepni, 2016) hedeflenen birey özelliklerini öğrencilere kazandırma hedeflenmiştir.

Belet Boyacı ve Güner Özer (2019) Türkçe öğretiminde, 2017 ve 2018 öğretim programlarının diğer programlara (fen bilimleri öğretim programı gibi) kıyasla 21. yy. becerilerine daha fazla vurgu yaptığını belirtirken, Kalemkuş (2020) 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın 21. yy. becerileri açısından üçüncü ve dördüncü sınıf kazanımlarında dengeli bir dağılıma sahip olmadığını ifade etmektedir. Benzer durumu ortaokul fen bilimleri öğretim programı için Cingöz (2023) yaptığı çalışmada vurgulamaktadır. Araştırma sonucuna göre fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımlarda 21.yy becerilerine yeterince yer verilmediği, 21.yy becerilerine yer verilen kazanımlarda ise becerilerin kazanımlara dengeli şekilde yayılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan analizlere göre becerilerin yeterli ve dengeli bir dağılım göstermediğine ve en çok yer verilen beceriler arasında öğrenme ve yenilenme becerilerinin olduğuna işaret etmektedir. Diğer yandan Başduvar, Gök ve Gök (2023) yaptıkları çalışmada fen bilimleri ders kitaplarını değerlendirmek amacıyla öğrenme ve yenilenme becerileri teması altında yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine ilişkin temaların sayısının düşük olduğunu ve ders kitaplarındaki beceri eksikliğini belirtmektedir. Bu anlamda öğretim programında yer vermeye çalışılan, ders kitaplarında yetersiz kalan becerilerin öğrencilerde geliştirilebilmesi için biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü ile entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu anlamda oluşturulan etkinlik ve uygulamalarla öğrenme ve yenilenme becerileri geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öğrencilere

verilen STEM eğitimi sonucunda eğitim öncesi ve eğitim sonrası elde edilen bulgulara göre öğrencilerin 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği değerleri açısından genel anlamda artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Alan yazında öğrenme ve yenilenme becerilerine yönelik çalışmalara nazaran 21. yy. becerilerinin gelişimine yönelik çalışmaların daha çok sayıda olduğu göze çarpmaktadır. Buna rağmen Altınpulluk ve Yıldırım (2020) yaptıkları metaanaliz çalışmasında 21. yy. becerilerinin ölçülmesi ve geliştirilmesine yönelik çalışmaların artırılması gerektiğine işaret etmişlerdir. Çalışmaların genel olarak 21. yy. becerilerine odaklanma ya da problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık gibi beceri bazında irdeleme şeklinde olduğu görülmektedir. Kalemkuş ve Bulut Özek (2021) çalışmasına göre araştırmalar genelde makale şeklinde ve nicel yöntem ağırlıklı olarak seyir ettiğini belirtmektedirler. Bu anlamda yapılan çalışma, nicel araştırma boyutundaki bulgularla nitel araştırma bulgularını birleştirmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Alan yazında 21. yy. becerilerini genel olarak yorumlayan çalışmalara Alparslan, 2021; Altınpulluk ve Yıldırım, 2020; Cingöz, 2023; Erbil, Yılmaz, Çevik, Şentürk ve Abdioğlu, 2022; Kalemkuş, 2020; Karakaş, 2015; Kutru, 2022; Öçalan, 2021; Özgün, 2019; Şahin ve diğ., 2018; Şeker, 2023 şeklinde örnek verilebilir. Bununla birlikte Bircan (2019) ve Kalemkuş (2020) disiplinlerarası bilim etkinliklerinin öğrencilerde 21. yy. becerilerinin gelişimine olumlu katkı sunduğunu, Karakaş (2015) ortaokul son sınıflarındaki fen bilgisi dersindeki 21. yy. beceri düzeylerinin teorik, duyuşsal ve sosyokültürel alanlarda üst düzeyde gelişim gözlemlendiğini belirttikleri görülmektedir. Fakat Özgün (2019) çalışmasında yaratıcı drama uygulaması sonucunda 21. yy. becerilerinin gelişimi açısından deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunamadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde Akdağ (2022) yapmış oldukları etkinlikler sonucu ilkokul öğrencilerinin 21.yy. becerilerine ilişkin son test puanlarında deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığına işaret etmiştir. Yapılan araştırma açısından 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri alt boyutları incelendiğinde ise yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri, işbirliği ve iletişim gibi becerilerde ön test son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Özgün (2019) ve Akdağ (2022) çalışmalarında fark bulunamamasının farklı sebepleri olabileceği düşünülmektedir.

Araştırma bulguları açısından 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri özelinde değerlendirme yapıldığında uygulanan 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği son test lehine anlamlı bir farkın tespit edilmesi süreç boyunca uygulanan etkinliklerin

kapsamı ve eğitimin uzun zamana yayılması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme, işbirliği ve iletişim becerileri alt boyutlarına göre inceleme yapıldığında da son test lehine artış tespit edildiği görülmektedir. Her bir alt boyuta ilişkin araştırma bulguları sırasıyla paylaşılmıştır.

İlk olarak yaratıcılık ve yenilenme becerisi ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Öğrencilerin yaratıcılık ve yenilenme becerilerinin gelişim gösterdiği sınıf içi gözlemler, grup fasikülleri ve görüşmelerle de desteklenmektedir.

Gözlemler sırasında giriş etkinliklerinden Tasarım 3'e kadar takip edilen süreçte STEM kavramlarını uygulama yeteneği, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve yeniden tasarlama kapsamında yer alan probleme çözümler arama, çözümler üretme, çözümler bulma gibi davranışlar, süreç başında en çok zorlandıkları davranış grubu olarak saptanmıştır. Sürekli öğretmen desteğine ihtiyaç duyan grubun süreç ilerledikçe öğretmen desteğine ihtiyaç duymadan her grubun süreci yönetebildiği ve daha net bir şekilde ilgili davranışları sergileyebildiği tespit edilmiştir. Nitekim öğrenciler görüşmeler sırasında eğitim sürecinin kendilerine kattığı beceriler arasında yaratıcılığı ifade etmişler, süreç sonunda biyoçeşitlilik konusunda çok fazla fikre sahip olduklarını ve daha fazla yeni fikir üretebilir durumda olduklarını vurgulamışlardır. Ayrıca yaratıcılıklarının en çok geliştiğini hissettikleri tasarım olarak Tasarım 3'ü işaret ederek "Arı Oteli" cevabını vermişlerdir. Bu durum çalışma grubunun nicel ve nitel veri toplama araçları kanalıyla yaratıcılık ve yenilenme becerisine dair gelişimi görünür hale getirmektedir. Becerilerin görünür hale gelmesi ile ilgili Moyer (2016) yapılan etkinliklerin işleyişine göre iletişim, işbirliği, eleştirel düşünme gibi becerilerin görünür hale gelebileceğini vurgulamaktadır. Ayrıca alan yazında (Durukan ve Satılmış, 2021; Göçen, 2018; Karataş, 2019; Şahin, 2016; Yalçın, 2018) öğrencilerde yaratıcılık becerisini geliştirme ve belirleme çalışmalarında yazma etkinliklerinin kullanıldığı görülmektedir. Fakat görüşmeler ve gözlemler sırasında öğrencilerin yazma etkinliklerine karşı çok istekli olmadıkları, zorlandıkları, zaman zaman direndikleri, süreç ilerledikçe gelişim sağladıkları görülmüştür. Yaratıcılık becerisinin 21. yy. ve bireyleri açısından önemli bir beceri olduğu düşünüldüğünde yeni neslin yazma içeren etkinlikler konusunda daha çok eğitilmesi ve yönlendirilmesi ihtiyacının oluştuğunu söylemek mümkündür.

Yapılan araştırmada mühendislik tasarım süreci boyunca her gruba sunulan grup fasikülleri ile öğrencilerin bir mühendisin plan-proje defteri gibi düşünüp sorgulama, araştırma, analiz etme ve yaratma becerilerini sergileyebilecekleri esnek çalışma ortamı

yaratılmış ve her tasarım görevinden sonra süreç yeniden başlatılarak yürütülmüştür. Bu durumun öğrencilerde yaratıcılık becerisinin gelişmesinde katkısı olduğu düşünülmektedir. Alan yazında STEM eğitimi ile yaratıcılık becerisinin geliştirdiğine dair Aydın ve Karşlı Baydere (2023), Ceylan (2014), Eroğlu (2018), Gülhan (2016), Gök (2019), Karşlı Baydere ve diğerleri (2019); Özçelik ve Akgündüz (2018) ve Şentürk, (2017) çalışmalarında bulgulara yer verildiği görülmektedir. Bu anlamda araştırma bulgusu alan yazınla örtüştüğünü söylemek mümkündür.

Benzer şekilde eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişim gösterdiği sınıf içi gözlemler, grup fasikülleri ve görüşmelerle de desteklenmektedir.

Giriş etkinliklerinden tasarım görevi 3'e kadar takip edilen süreçte SOY yeteneklerinde, mühendislik tasarım süreci aşamalarında biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü yönergeleriyle öğrencilerin sürekli sorgulamaları ve gerekçelendirmeleri sağlanmıştır. Tasarım problemi ve konusu ile ilgili bağlantılar kurarak çözüme yönelik ilerlemeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Süreç başında en çok zorlandıkları bölümler arasında yer alan disiplin alanlarına göre problem, hedef ve ihtiyaçları tanımlama, her durumla ilgili gerekçe ya da gerekçeler sunma, fikir ve fikirler üretme, fikirleri tartışma, en iyi fikre karar verme ve uygulama, test etme ve değerlendirme, düzenlemeleri belirleme ve uygulama davranışları süreç ilerledikçe yardım almadan grubun kendi kontrolünde ve yönetiminde ilerlediği tespit edilmiştir. Nitekim öğrenciler grup fasiküllerinde akran ve öz değerlendirmeleri ile hem kendilerini hem de diğer grupları daha iyi tasarımlar oluşturma bakış açısıyla eleştirmişler ve tasarım problemini çözebildiklerini düşündüklerini belirtmişlerdir.

Öğrenciler görüşmeler sırasında eğitim sürecinin kendilerine kattığı beceriler arasında eleştirel düşünmeyi ifade etmişlerdir. Fikirlerini somutlaştırarak belirlenen kriterlere uygun tasarımlar üretebildiklerini ve bundan sonra bir problemle karşılaştıklarında çözüme ulaşmak için izleyecekleri adımları % 44 oranında en fazla üç aşamalı ve % 44 oranında en az dört aşamalı olarak belirtebildikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerden birinin "*Aynı sizin bize öğrettiğiniz gibi mühendislik tasarım süreci adımlarını takip ederek problemi çözerim.*" şeklinde fikir belirtmesi mühendislik tasarım süreci ile problem çözme adımlarını birleştirdiğini göstermektedir. Bu görüşün STEM eğitiminin çalışma grubu üzerindeki problem çözme becerisi açısından etkisini göz önüne serdiğini söylemek mümkündür.

Aydın ve Karşlı Baydere (2023), Ceylan (2014), Gök (2019) ve İnce ve diğerleri (2018) STEM temelli etkinliklerin kullandıkları ölçme araçlarına göre öğrencilerin problem çözme becerilerine; Bakırcı, Kahraman ve Artun (2020) eleştirel düşünmelerine olumlu yönde etki ettiğini vurgulamışlardır. Pekbay (2017) ve Uzel (2019) yaptıkları çalışmalarda mühendislik temelli etkinliklerin öğrencilerin günlük hayat problemlerini çözme becerilerinin gelişmesini sağladığını uyguladıkları testlerle kanıtlamışlardır. Bu açıdan düşünüldüğünde mühendislik tasarım süreci boyunca öğrencilerin sürekli farklı fikirler üretmesi, fikirlerin karşılaştırılması, kanıt ve ikna mekanizmasının yürütülmesi, problem çözümü için uygun yöntem, teknik ve materyal seçimi ve uygulanması, tahminlerin yapılması ve grup içinde sürekli bilgi, deneyim ve düşünce paylaşımının söz konusu olması eleştirel düşünme ve problem çözme becerisinin kazanılmasını güçlendirdiği aşikardır. Nitekim Doğan (2020) yaptığı çalışmada uyguladığı testlerle bahsi geçen becerilerin geliştiğine işaret etmektedir. Aynı süreçlerin her tasarım görevinde tekrarlanması hedef becerilerin birey bazında kalıcılığını artırdığı düşünülmektedir.

Çalışma grubunun işbirliği ve iletişim becerileri açısından gelişimleri ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırması sonucu son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Öğrencilerin ön test ve son test puanlarına göre işbirliği ve iletişim becerilerinin gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür. Araştırmada 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği işbirliği ve iletişim becerisi alt boyutundan elde edilen bulgular sınıf içi gözlemler, grup fasikülleri ve görüşmelerden elde edilen bulgularla desteklenmektedir. Eğitim süreci başından sonuna kadar tasarım problemine dönük etkili tasarımlar oluşturabilmeleri için öğrenciler grup içi işbirliğinin, grup içi ve dışı iletişimin önemli olduğunu deneyimlemişlerdir. Eğitim süreci başında bireysel benmerkezci bakış açısının ağırlıklı olduğu hatta giriş etkinlikleri ve tasarım görevi 1 çalışmalarında bazı grupların çalışmalarının aksadığı, diğer gruplara göre geride kaldıkları gözlemlenmiştir. Grup içi çatışmaları yönetme ve çözüme zorlandıkları görülmüştür. Gruplarda özellikle tasarım görevi 2'den itibaren grup fasiküllerinin sorularını cevaplayamadan tasarım sürecini yönetmeye, problemin tanımlanmasından yeniden tasarlama aşamasına kadar her aşamada grup içi işbirliği ve iletişimin etkili hale geldiği, en iyi tasarım yapmak için grup içi uyumun yüksek olması gerektiğini farkkettikleri ve STEM bilgilerini iletme yeteneğini etkili kullandıkları görülmüştür. Grup fasiküllerinde gruplara, tasarımı yapacak bundan sonraki gruplara önerileri sorulduğunda, gruptaki herkesin fikrini almaları ve uygunsu uygulamaları gerektiği, grupça çalışarak zorlukların üstesinden gelebilecekleri gibi önerilerde buldukları tespit edilmiştir. Nitekim çalışma grubu görüşmeler sırasında

eğitim sürecinin onlarda geliştirdiği beceriler sorulduğunda işbirliği ve iletişim becerilerini ifade etmişlerdir. Grup çalışmalarının katkıları sorulduğunda iletişim, işbirliği, bilgi birikimi olduğunu ve tasarım sürecinde en eğlenceli buldukları bölümlerin grupça tartışarak bir şeyler üretmek olduğunu belirttikleri görülmektedir. Buradan hareketle işbirliği ve iletişim içerisinde yürüttükleri sürecin bilgi birikimi ve beceri gelişimini destekleyici, eğlenceli buldukları görülmektedir. Öğrencilerde grup çalışmalarına bakış, STEM etkinliklerine bakış ve sürecin sonunda grupça bir şeyler üretmenin verdiği tatmin edicilik konularında oluşan görüşler İzgi (2020) çalışmasıyla birebir uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde alan yazında Atalay (2015), Aydın ve Karşlı-Baydere (2019), Aydın ve Karşlı Baydere (2023), Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020), Kurtoğlu ve Karşlı-Baydere (2021) ve Şahin ve diğerleri (2014) yaptıkları çalışmalarda STEM uygulamalarının öğrencilerin işbirliği becerisini geliştirdiğini ifade ederken; Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoglu ve Ocak, (2016) STEM etkinliklerinin öğrencilerde işbirliğine yönelik deneyimleri artırdığına işaret etmektedirler. Aynı şekilde Doğan (2020) işbirliği ve iletişim becerilerinin gelişimine katkıdan bahsettiği görülmektedir.

Bircan, 2019; Chen, Yang, Lin ve Lin, 2022; Erbil, Yılmaz, Çevik, Şentürk ve Abdioğlu, 2022; Kutru, 2022; Yavuz, Hasançebi ve Yeşildağ Hasançebi, 2020 ve Walker, 2017 STEM eğitimi ve entegre eğitim sayesinde iletişim, işbirliği, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi 21. yy. becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme becerilerinin iletişim ve işbirliği içinde gelişmesinin bir başarı işareti olduğunu belirterek öğrenme ve yenilenme becerilerinin birbirine katkısını ifade etmektedir (Soffel, 2016). Araştırmada ara ara mühendislik tasarım süreci, SOY, yaratıcı problem çözme ve problem çözme süreci aşamalarının uyum noktaları belirlenmiş ve biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uyum noktalarının farkında olarak düzenlenmiş ve uygulanmıştır. Mühendislik tasarım süreci, SOY, yaratıcı problem çözme uyum noktaları ve biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü kazanım beceri ilişki tabloları eklerle (Ek 15- Ek 26- Ek 27), problem çözme süreci aşamaları ise giriş bölümünde verilmeye çalışılmıştır. Birden çok beceriye odaklanarak oluşturulan çalışmalarda becerilerin birbirinden ayrılan ve benzeyen noktaları ile birbirini desteklemesi söz konusu olacağı düşünülmektedir. Etkinliklerde becerilerin birbirleriyle etkileşimleri sonucu oluşan kesişim ve birleşim noktaları öngörülen sonuçtan daha üst seviyede bir sonuca ulaşılmasını sağlayacağı beklenmektedir. Nitekim mühendislik tasarım süreci ve disiplinlerarası bir bakış açısına sahip STEM eğitimi uygulamaları bütüncül becerilerin kazanılmasında etki değerinin yüksek olması beklenen bir durum olarak görülmektedir.

5.1.3. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Yaratıcı Problem Çözme Özelliklerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Herkesin bilgiye erişiminin günümüz dünyasında en üst düzeyde olduğu bir ortamda, ülkelerin ekonomik gelişimleri için gelişen bilgilerin yaratıcı bir şekilde kullanılması ve yeni ve karmaşık problemlere yaratıcı çözümler üretilmesi önem arz etmektedir (Aydeniz, 2017). Eğitim süreci boyunca çalışma grubuna yönelik uygulanan biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamalarıyla çalışma grubunun yaratıcı problem çözme becerisini geliştirmek hedeflenmiştir. 21. yy. becerileri arasında yer alan yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin bir araya gelmesi ile yaratıcı problem çözme becerisinin oluştuğunu söylemek mümkündür (Özkök, 2004). STEM eğitimine uygun düzenlenen uygulamalar 21. yy.'nin önemli becerileri arasında ifade edilen, yenilikçi çözümlere ortam yaratan, yaratıcı problem çözme becerisi olarak görülmektedir (Alparıslan, 2021).

Geleceğin önemli mesleklerinden biri olarak öngörülen yaratıcı problem çözücülüğünü, problemleri yaratıcı bir şekilde çözebilen, yenilikçi bireylerle mümkün olduğu düşünülmektedir (Pölönen, 2021). Uygulamalar sırasında öğrencilere sürekli fikir üreteceği, problemlere çözüm arayıp tartışabilecekleri, denemeler yapıp risk ve inisiyatif alabilecekleri, özgür ve esnek ortamlar sunulurken öğrencilerde yaratıcı problem çözme becerisi geliştirilmeye çalışılmıştır. Nitekim Barak (2013) öğrencilere benzer ortamlar sunulduğunda ve yeterli zaman tanındığında yaratıcı problem çözme becerisini kolaylıkla öğrenip hayatlarına uygulayabileceklerini ifade etmiştir. Öğrencilere görüşmeler sırasında bundan sonra bir problemle karşılaştıklarında veya farklı bir fikirle karşılaştıklarında nasıl yaklaşım sergileyecekleri sorulduğunda %44'ü en az dört aşamalı bir problem çözme sürecinden bahsetmiş olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde farklı fikirlere karşı yaklaşım olarak önce anlayıp dinleyerek, saygı duyarak yaklaşacaklarını belirterek esnek bir anlayışa işaret ettikleri ve %61'inin en az üç aşamalı bir yol izlemeyi düşündükleri tespit edilmiştir. Ek 27'de verilen MTS-SOY Yetenekleri-YPÇ uyum tablosuna göre öğrencilerin bu şekilde yaklaşmaları yaratıcı problem çözme sürecine de uyumlu davrandıklarını göstermektedir.

Süreç boyunca uygulanan STEM eğitimi ders planlarıyla, mühendislik tasarım süreciyle ve biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülüyle desteklenerek öğrencilerin sürekli grup içinde fikir üretmeleri, fikirlerini paylaşmaları, eleştirmeleri, sorgulamaları, araştırmaları sağlanmıştır. Barak (2013), Aydın ve Çorlu (2016) ve Özkök (2004) eleştirel

düşünme becerisi ile yaratıcı problem çözme becerisi gelişimlerinin birbirine paralel ilerlediğini ve birbirlerini desteklediğini vurgulamaktadırlar.

Çalışmada Yaratıcı Problem Çözme Envanteri'ne göre öğrencilerin ön test ve son test puanlarına bakıldığında yaratıcı problem çözme becerileri açısından son test lehine artış olduğu saptanmıştır. Grubun genel envanter değerlendirmesine göre ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Bu durum STEM eğitimi temelli etkinliklerin fen bilimleri dersinde kullanılmasının, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerisini geliştirmek için etkili olduğunu söylemek mümkündür. Yaratıcı problem çözmeyi destekleyen çalışmalara eğitim öğretim ortamlarında yer verilmesi öğrencilerde bu becerinin gelişmesine katkı sunduğu, alandaki çalışmalarla da desteklenmektedir (Barak, 2013; Çakır, 2020; Karabey, 2010; Karataş ve Özcan, 2010; Kurtuluş, 2012; Şahin ve Yeldan, 2019; Yılmaz, 2019). Ayrıca yaratıcı problem çözme becerisinin öğrenilebilir ve geliştirilebilir bir beceri olduğu (Ersoy ve Güner, 2014) ve disiplinlerarası yaklaşımla hazırlanıp uygulanan etkinliklerin öğrencilerde yaratıcı problem becerisinin gelişimine katkı sunduğu (Alparslan, 2021; Gündüz Bahadır, 2020; Özkök, 2005) vurgulanmıştır.

Yaratıcı problem çözme becerisi ıraksak düşünme, yakınsak düşünme, motivasyon, çevre ve genel bilgi beceri olmak üzere beş alt boyutta incelenmektedir (Lin, 2010). Çalışmada her bir alt boyuta dair çalışma grubunun gelişimine bakılmıştır. Her bir alt boyuta ilişkin araştırma bulguları sırasıyla paylaşılmıştır.

İlk olarak ıraksak düşünme ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Birden çok ve farklı çözümler, çözüm yolları ve planlamalarının yer aldığı ıraksak düşünme maddeleri, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinden yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri ile örtüşme söz konusudur. Aynı şekilde bahsi geçen becerilerdeki grubun gelişimi son test lehine tespit edilmesi, ıraksak düşünme bulguları ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin ıraksak düşünme becerisinin gelişim gösterdiği sınıf içi gözlemler, grup fasikülleri ve görüşmelerle de desteklenmektedir.

Gözlemler sırasında giriş etkinliklerinden Tasarım 3'e kadar takip edilen süreçte SOY yeteneklerinden STEM kavramlarını uygulama yeteneği, STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği, STEM'i kullanarak karar verme yeteneği farklı çözümler bulma, çözüm yolları belirleme ve seçme ve süreç planlamaları yapma açısından gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı durum grup fasikülleri ve gözlemler açısından mühendislik tasarım süreci olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, prototip oluşturma, çözümlerin

test edilip değerlendirilmesi ve yeniden tasarlama aşamalarındaki gelişim için de geçerlidir. Öğrencilerde disiplin alanlarına göre probleme çözümler arama, çözümler üretme, çözümler bulma gibi davranışları süreç başında en çok zorlandıkları bölümler arasında olduğu gözlem ve görüşmelerle saptanmıştır. Sürekli öğretmen desteğine ihtiyaç duyan grubun süreç ilerledikçe öğretmen desteğine ihtiyaç duymadan ilerledikleri tespit edilmiştir. Nitekim Barak (2013) öğrencilere yaratıcı problem çözme ortamlarının sağlanması ve uygun zamanın verilmesi koşuluyla zorlayıcı proje veya görevlerle yaratıcı problem çözümler olmalarını sağlayacağını belirtmektedir. Ayrıca öğrenciler görüşmeler sırasında eğitim sürecinin onlara kattıkları arasında yaratıcılık, hayal etme (canlandırma), bir konuda birden çok fikir üretebilmeyi ifade etmişler, süreç sonunda biyoçeşitlilik konusunda çok fazla fikre sahip olduklarını ve daha fazla yeni fikir üretebilir durumda olduklarını vurgulamışlardır. Tüm bu bulgulardan yola çıkarak öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerisi iraksak düşünme alt boyutunun geliştiğini söylemek mümkündür.

İkinci olarak yakınsak düşünme ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Problemin amacını belirleme, çözümler arama, plan ve hataları kontrol etme ve hataları düzeltme, olası çözümleri azaltma ve en iyisini seçme ve problem çözümüne ilişkin özel bir plan oluşturmanın yer aldığı yakınsak düşünme maddeleri arasındadır. Bu maddelerin 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinden yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim becerileri ile örtüştüğü görülmektedir. Aynı şekilde bahsi geçen becerilerdeki grubun gelişimi son test lehine tespit edilmesi, yakınsak düşünme bulguları ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin yakınsak düşünme becerisinin gelişim gösterdiği sınıf içi gözlemler, grup fasikülleri ve görüşmelerle de desteklenmektedir.

Gözlemlerle giriş etkinliklerinden Tasarım 3 sonuna kadar takip edilen süreçte SOY yeteneklerinden STEM problemlerini tanımlama yeteneği, yeni bilgiyi edinme ve araştırma yeteneği, STEM kavramlarını uygulama yeteneği ve STEM'i kullanarak karar verme yeteneği problemin amacını belirleme, çözümler arama, olası çözümleri azaltma ve en iyisini seçme ve problem çözümüne ilişkin özel bir plan oluşturma açısından gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı durum grup fasikülleri ve gözlemler açısından mühendislik tasarım süreci problem ya da ihtiyaçların tanımlanması ve araştırılması, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve yeniden tasarlama aşamalarındaki gelişim için de geçerlidir. Öğrencilerde disiplin alanlarına göre problemin amacını ve araştırma bölümlerini belirleme, kriter ve sınırlamalar dikkate alarak çözümler üretme, test edip değerlendirme,

test şekline karar verme gibi davranışları süreç başında en çok zorlandıkları bölümler arasında olduğu gözlem ve görüşmelerle saptanmıştır. Sürekli öğretmen desteğine ihtiyaç duyan grupların, süreç ilerledikçe öğretmen desteğine ihtiyaç duymadan ilerlemeleri, son tasarım görevlerine doğru grup içi etkileşimin (tatışma, fikirleri paylaşma, eleştirme, sorgulama gibi) artması öğrencilerin gelişimine kanıt olarak sunulabilir. Ayrıca görüşmeler sırasında öğrencilerin eksikliklerini farkettiklerini, eksikliklerini tamamlayarak eksikliklerinden yeni şeyler öğrendiklerini belirtmeleri, hatalarını kontrol etmeyi ve düzeltmeyi öğrendiklerini göstermektedir. Tüm bu bulgulardan yola çıkarak öğrencilerde yaratıcı problem çözme becerisi yakınsak düşünme alt boyutunun geliştiğini söylemek mümkündür.

Üçüncü olarak motivasyon alt boyutu ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Problem çözmeye karşı bireyin ilgili, istekli olması, sevmesi, kendi başına çözüm için denemeler yapması gibi maddelerin yer aldığı motivasyon alt boyutunun öğrencilerde gelişim gösterdiği görülmektedir. Öğrencilerin STEM eğitimi ile motivasyon gelişimi gösterdiği sınıf içi gözlemler, grup fasikülleri ve görüşmelerle de desteklenmektedir.

Gözlemler sırasında eğitim süreci boyunca zaman zaman grupların çalışmalarına ara verme zamanı gelmesine ve hatırlatılmasına rağmen ara vermeden çalışmaları, 20 haftalık süre boyunca minimum düzeyde devamsızlık yapmaları (hastalık ya da mecburi durumlar gibi), tasarımlarını daha iyi hale getirmek için talep edilmemesine rağmen evden ek malzeme getirmeleri (maddi değeri olmayan ve atık madde) ve bazı grupların son tasarımda araştırma yaparak gelmeleri, öğrencilerin eğitime karşı motivasyonlarının yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle eğitim süreci başında grup etkileşimi düşük, uyuşmazlıkların fazla olduğu zamanlarda, yaş itibarıyla ve daha önce hiç bilmedikleri bir uygulama olmasına rağmen süreç boyunca aynı azim, istek ve tutku ile devam ettikleri gözlemlenmiştir. Aynı durum grup fasikülleri ve görüşmelerle de saptanmıştır. Grup fasiküllerinde eğitimleri alacak olan akranlarınıza neler önerdikleri sorulduğunda *“Asla pes etmeyin.”*, *“Azimli olun.”*, *“Planlı olun.”*, *“Tasarımınız istediğiniz gibi olmadığında düşünüp çözüm bulup başarın.”* gibi ifadelerle motivasyonlarını ifade etmişlerdir. Görüşmeler sırasında eğitimin katkıları sorulduğunda *“Başarabileceğime inandım.”*, *“Neler yapabileceğimin farkına vardım.”*, *“Güvenim arttı.”*, *“Pes etmemeyi, devam etmeyi öğrendim.”* gibi ifadelerle görüşlerini belirttikleri görülmüştür. Tüm bu bulgulardan yola çıkarak öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerisi motivasyon alt boyutunun geliştiğini söylemek mümkündür. Nitekim Kızılkuş-Bulut (2019) mühendislik tasarım temelli

etkinliklerin öğrencilerin derse karşı motivasyonu olumlu etkilediğini belirttiği, Okulu (2019) STEM uygulamalarının özellikle ortaokul seviyesi öğrencilerin ilgi düzeylerine katkı sağladığı bulgusuna vurgu yaptığı görülmektedir.

Dördüncü olarak çevre alt boyutu ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine minimum bir yükselme olmuş gibi görünse de aynı değerlerde seyir ettiğini söylemek daha uygun olur. Bu anlamda ön test son test puanları arasında bir anlamlılık söz konusu olmadığı görülmektedir. Çevre alt boyutunda anlamlı bir farklılığın oluşmaması normal olduğu düşünülmektedir. Çünkü eğitim süreci boyunca öğrencilerin çevresi olarak tanımlanabilecek ortam sınıf, birey olarak arkadaşlarıdır. Fakat yaratıcı problem çözme becerisi çevre alt boyutunda daha çok anne babanın öğrenciye yaklaşımı ile ilgili maddelerin yer alması ve eğitim sürecinin bu anlamda aileyi kapsayan bir eğitime dönük olmaması ön test ve son test değerleri arasında anlamlılığın çıkmamasını normal olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda eğitimin diğer beceri alanları, yetenekler, davranışlar üzerindeki etkisini de göz önüne sermek açısından önemli olduğunu söylemek mümkündür. Kısacası uygulanan etkinliklerinve tasarım görevlerinin hedef aldığı alt boyutlarla ilgili gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılabilir. Öte yandan Alparıslan (2021) ve Paf (2019) yaptıkları çalışmada en fazla gelişim gösteren alt boyut olarak çevre olduğunu, aynı şekilde Çakır (2020) eğitim alan ve almayan gruplara göre yaratıcı problem çözme becerisi çevre alt boyutunu incelediğinde anlamlılığın söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Bu anlamda elde edilen araştırma bulgusu bahsi geçen çalışmalardan farklı olduğu görülmektedir.

Son olarak genel bilgi beceri alt boyutu ele alındığında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlılık olduğu görülmektedir. Genel bilgi beceri alt boyutunda bireyin arkadaşlarına göre daha iyi not alması, hızlı çözüm bulması, problemin kolay gelmesi ve arkadaşlarının ondan yardım istemesi gibi davranışları içerdiği için anlamlı bir farklılığın oluşması normal olduğu düşünülmektedir. Eğitim süreci boyunca öğrencilerin sürekli grup içinde birbirleriyle yardım halinde, birbirlerine destek olma durumunda olmaları, her bir aşamayı aştıkça başarabileceklerine ve yapabileceklerine olan inançlarının arttığının gözlenmesi ve görüşmelerle bu durumun teyit edilmesi genel bilgi beceri boyutundaki gelişimi kaçınılmaz yapmaktadır. Aynı şekilde Alparıslan (2021) , Çakır (2020) ve Paf (2019) yaptıkları çalışmada en az gelişim gösteren alt boyut olarak genel bilgi ve beceri boyutu olduğunu tespit etmişlerdir. Bu anlamda elde edilen araştırma bulgusu literatürden farklı olarak gelişim sıralamasında çevre alt boyutundan bir önce geldiği görülmektedir.

Öğrencilerde yaratıcı problem çözme becerisi ile ilgili envanter bulguları alt boyutları bazında değerlendirildiğinde ön test son test aritmetik ortalamaları arasında en büyük fark, en fazla gelişim gösteren alt boyut ıraksak düşünme, devamında sırasıyla yakınsak düşünme, motivasyon ve genel bilgi beceri alt boyutu gelmektedir. Çevre alt boyutu ile ilgili aritmetik ortalamaları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Alt boyutlar içerisinde öğrencilerde en çok ıraksak düşünmenin gelişmiş olması STEM eğitiminin yaratıcı problem çözme becerisi açısından amacına ulaşmış olduğunu göstermektedir. Çünkü ıraksak düşünme ile yaratıcı problem çözme birbiriyle doğrudan bağlantılıdır (Karabey ve Yürümezoğlu, 2015). Boyutlar arasında farklı fikirler açısından olasılıkları, esnekliği, yaratıcılığı, fikirleri üretme durumu en baskın olan alt boyut olarak görülmektedir (Çakır, 2020).

Kaplan (2023) yapmış olduğu çalışmada yaratıcı problem çözme alt boyutları açısından kontrol ve deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlılık bulunamazken kontrol ve deney grubunun son testleri arasında anlamlılık tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada Kaplan (2023) çalışmasından farklı olarak uygulama yapılan grubun ön ve son test puanları arasındaki anlamlılık durumu olarak görülmektedir. Ayrıca Bal İncebacak ve Ersoy, (2018) yapmış oldukları çalışma sonucunda öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerisinin daha düşük puanda seyrettiğini belirtmişler, bu duruma sebep olarak öğrencilerin daha rahat ve özgür davranabilecekleri bir ortamın sağlanmamasından oluşabileceğini yorumlamışlardır. Nitekim Altun, (2020) çalışmasında esnek, samimi, yüksek iletişimin hakim olduğu, öğrencilerin özgürce düşüncelerini ifade edebildiği tartışma ortamlarının yaratıldığı ortamlarda yaratıcılık becerilerinin daha iyi düzeyde geliştiğini belirtmiştir. Bu anlamda çalışmada öğrencilere esnek çalışma şartlarının, iletişime açık ve özgür tartışma ortamının sağlanması veri toplama araçlarından elde edilen olumlu sonuçları desteklediği düşünülmektedir. Ayrıca eğitim süreci boyunca tüm tasarımlarda mühendislik tasarım sürecinin yürütülmesi, tasarım görevinin bazı sınırlamalara sahip olması, FTTC-SBK-STEM etkileşiminin yüksek olduğu disiplinlerarası konu yapısına sahip biyoçeşitlilik konusunun seçilmesinin ve işlenmesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerde gözlem ve görüşmelerle tespit edilen yazmayı sevmeme durumunun aşılması için öğretim programında, ders kitapları etkinliklerinde, uygulayıcı olarak öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında daha çok yer verilmesi gerektiği ve bu konuda aile desteği alınması gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerdeki yazmaya olan uzaklık yaratıcılığın, yaratıcı problem çözümlerinin ve içinde bulunulan çağda önemli bir meslek alanı

olarak öngörülen yaratıcı problem çözücülüğü (Pölönen, 2021) ve bağlantılı tüm mesleklerin (Barak, 2013) önündeki en önemli engellerden biri olduğu düşünülmektedir. Nitekim alan yazında yazma becerisinin yaratıcılık ve yaratıcı düşünme ilişkilendirildiği, uygulamalar yapıldığı ve öneminin vurgulandığı çalışmalara rastlamak mümkündür (Dolmaz ve Kaya, 2018; Durukan ve Satılmış, 2021; Göçen, 2018; Karataş, 2019; Şahin, 2016; Yalçın, 2018).

5.2. Nitel Bulgulara İlişkin Tartışma ve Sonuç

STEM okuryazarlığı yarı yapılandırılmış gözlem formu, mühendislik tasarım süreci yarı yapılandırılmış gözlem formu ile yapılan gözlem bulguları, gözlem notları, sürece yönelik video ve fotoğraf çekimlerinin yer aldığı veri bulguları, biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü grup fasiküllerinden elde edilen bulgular ve eğitim süreciyle ilgili öğrenci görüşlerinin bulguları paylaşılmış, tartışılmıştır.

5.2.1. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Giriş Etkinliklerinin STEM Okuryazarlığı (SOY) Yeteneklerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Giriş etkinlikleri, öğrencilerin biyoçeşitlilik konusu bilgisini artırmayı, tasarım görevleri ve mühendislik tasarım sürecine alıştırmayı amaçlayan bir dizi etkinlikten oluşmaktadır. İlk adım olarak biyoçeşitlilik konusu ders plan ve sunumları ile başlamaktadır. Etkinlikler bölümü problemi tanımlama, araştırma, problem çözümlerine yönelik fikir üretme, biyoçeşitlilik konusu ile ilgili bilgileri hatırlamaya ve yorumlamaya (uygulama) yöneliktir. O nedenle tam bir mühendislik tasarım süreci yürütülmediği için gözlem bulgularını tasarım görevlerinden ayrı tartışmaya karar verilmiştir.

Çalışma grubu öncesinde STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreci ile ilgili hiçbir eğitim almadığı ve genel olarak bilimsel bir aktiviteye katılmadığı için başlangıçta bilgilendirme toplantıları yapılmış ve süreç aşama aşama yürütülmüştür. Öğrenci görüşmelerinde öğrenciler de daha önce benzer bir eğitim almadıklarını belirterek doğrulamışlardır. O nedenle giriş etkinlikleri boyunca öğrencilerin sürece alışması ve tasarım sürecini zihninde şekillendirebilmeleri için somutlaştırılmaya çalışılmış ve adım adım ilerlenmiştir. Buna rağmen öğrenciler ilk tasarımda sık sık öğretmen açıklaması ve desteğine ihtiyaç duymuşlardır. Fakat öğrencilerin eğitim süreci başından itibaren çalışmayı sahiplenmeleri, süreç içerisinde daha hızlı deneyim kazanmalarını sağladığı

düşünülmektedir. Nitekim bu durum yaratıcı problem çözme becerisi motivasyon alt boyutu bulguları ve görüşme bulgularıyla da örtüşmektedir.

Ders gözlemleri ve öğrenci fasiküllerinden yola çıkarak öğrenciler öğretmen desteği ile problemi tanımlamayı kısmi, doğru araştırma yapma, fikir üretme davranışlarını düşük düzeyde sergileyebilmişlerdir. Benzer bir durumla Ercan (2014), İzgi (2020), Özer (2019) ve Uzel (2019), yaptıkları çalışmalarda karşılaştığını belirttiği görülmektedir. Gruplar grup fasiküllerini doldururken sorgulama ve gerekçelendirme tablolarında bir örnek verip bırakma, bir gerekçe sunma ya da bir fikir üretme şeklinde yaklaşım sergiledikleri; birden fazla örnek verme, gerekçe sunma ve fikir üretme konusunda geliştirilmeleri gerektiği gözlemlenmiştir. Bazı gruplarda grup içi işbirliği ve iletişim konularında eksiklikler olduğu, bu durumun öğrenci fasiküllerindeki cevaplara da yansıdığı incelemeler sırasında tespit edilmiştir.

Biyçeşitlilik konusu ile ilgili bilgileri hatırlamaya ve yorumlamaya (uygulama) dönük çalışmalarda (Ek 28, Giriş Etkinlikleri/ Etkinlik 9-10-11-12) öğrencilerin daha önceden karşılaştıkları etkinliklere benzer olduğu ve bu konuda deneyimli oldukları için zorlanmadıkları, fakat her sorunun gerekçelendirilmesi, açıklanması konusunda öğrenci fasikülleri ve ders gözlemlerinden elde edilen bulgulara göre eksiklikler olduğu belirlenmiştir. Aynı durumla ilgili öğrenci görüşmeleri sırasında başlangıçta zorlandıkları zamanla alıştıkları ve en çok zorlandıkları kısımlar arasında soruları cevaplama ve yazma bölümleri olduğu belirtilmiştir. Grupların verilen metne göre problemi tanımlama açısından en çok zorlandıkları davranış *“Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme”*, *“Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları ve hedefleri belirleme”* davranışları olmuştur. Bu zorlanmanın altında yatan sebepler deneyim ve analiz becerisinin eksikliği olduğu düşünülmektedir. Diğer davranışları öğretmen desteği ile tamamlayabildikleri görülmüştür. Nitekim İzgi (2020) ve Özer (2019) çalışmalarında öğrencilerin başlangıç tasarım görevleri veya etkinliklerinde problemi belirleme, probleme çözüm bulma, fikir üretme konularında zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Başlangıç çalışmaları için yapılan araştırmanın literatür bulguları ile paralel olduğunu söylemek mümkündür.

Gözlemler sırasında öğrencilerin en çok zorlandığı bir diğer nokta araştırma bölümü olmuştur. Giriş etkinlikleri sırasında öğrencilerin araştırma yapmaya istekli oldukları, bu anlamda okulun akıllı tahtasını ve kendi telefon, tablet veya bilgisayarlarını kullanabildikleri tespit edilmiştir. Bu duruma etken hem öğrencilerin yaşadıkları dönem itibarıyla teknolojik aletlere yatkınlıkları hem de pandemi dönemi koşulları olduğu

düşünülmektedir. Fakat doğru araştırma yapma ve kaydetme konusunda yeterli bilgi, deneyim ve davranışa sahip olmadıkları görülmüştür.

Etkinlik 13 ve Etkinlik 14, öğrencilerin tasarım görevlerine uyum sağlayabilmesi ve öğrencilerin mini deneyim yaşayabilmesi için önemli iki etkinliktir. Etkinlik 13 Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar (Kuvaç ve Koç Sarı, 2018) ile ilgili hikayeden yola çıkarak uygulama ve akıl yürütme düzeyinde öğrencilerin yorum, açıklama, analiz ve çıkarım yapmaları hedeflenmiştir. Etkinlik 14 ile ise “Balık Avlama Oyunu” tasarım görevinin (Hacıoğlu ve Dönmez Usta, 2020) etkinliğe uyarlanarak öğrencilere simülasyon şeklinde deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Öğrencilerin özellikle Etkinlik 14 Balık Avlama Oyunu Etkinliği ile ilgili başlangıçta çok zorlandığı ama hayal etmeleri yönünde yönerge verildikten sonra teknolojik araç-gereç ve oyunlarla tanışık olma durumlarından dolayı, deneyimli oldukları için daha kolay fikir üretebildikleri görülmüştür. Etkinlikte en çok zorlandıkları bölüm, problemle ilgili disiplinleri belirleme, problemi, ihtiyaçları ve hedefleri disiplin alanlarına göre ayırma olmuştur. Öğrencilerin bilgisayar oyunlarına aşina olmaları, tasarım yapma ile ilgili deneyimlerinin olmamasına rağmen balık avlama oyunu kriter, sınırlama ve puanlama sistemi belirleme çalışmalarında başarılı oldukları görülmüştür.

Giriş etkinlikleri sürecine genel olarak bakıldığında öğrencilerin mühendislik tasarım süreci ile tanıştırılmaya başlanması, konu alan bilgilerinin artırılması, problemi, ihtiyaçları tanımlama ve araştırma, problem çözmeye yönelik fikir üretme konularında deneyim kazanmalarına fırsat vermesi açılarından öğrencilerin eğitim sürecine uyumlanmasını sağlamıştır. Aynı zamanda öğrencilerin ön deneyim kazanmasını sağlayarak mühendislik tasarım süreçlerindeki verimi artırdığı düşünülmektedir. Nitekim öğrencilere görüşmeler sırasında giriş etkinliklerinin katkısı olup olmadığı sorulduğunda %78 oranında katkısı olduğunu belirttikleri saptanmıştır. Katkısı olduğunu düşünen öğrencilere hangi açıdan katkısı olduğu sorulduğunda %78’i “Akademik Gelişim”, %33’ü “Tasarım Düşüncesinin Gelişimi”, %11’i ise “Çevre Farkındalığı Geliştirme” ve “Yaratıcılık” konularında katkı sağladığını belirttikleri ortaya çıkarılmıştır. Giriş etkinliklerinin uygulanma amacı düşünüldüğünde eğitim sonunda öğrenci görüşleriyle paralellik göstermesi hedefe ulaşıldığını göstermektedir. Nitekim veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara bütünsel bakıldığında aynı sonuca ulaşmak mümkündür. Özellikle öğrencilerde beceri gelişimi hedefleyen çalışmalarda uzun süreli ve çok yönlü araştırmanın gereklilik olduğu düşünülmektedir.

5.2.2. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Uygulamalarının STEM Okuryazarlığı (SOY) Yeteneklerine Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

SOY yetenekleri; STEM problemlerini tanımlama yeteneği, yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği, STEM kavramlarının uygulama yeteneği, STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği, STEM bilgilerini iletme yeteneği ve STEM'i kullanarak karar verme yeteneği şeklinde ifade edilmektedir (Wannapiroon ve diğ., 2021). Mühendislik tasarım süreci aşamalarında baskın olana yetenekler Ek15'te verilmiş olup her bir yetenek ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

SOY yeteneklerinden STEM problemlerini tanımlama yeteneği mühendislik tasarım sürecinin problemin ve ihtiyacın tanımlanması ve yeniden tasarlama aşamalarında gözlemlene fırsatı vermektedir. Problemin tanımlanması, kriter ve sınırlamaların belirlenmesi, ihtiyaç ve hedeflerin belirlenmesi ve tanımlanması kısımlarında öğrencilerin başlangıçta *“Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme”* ve *“Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme”* davranışlarını sergilerken öğretmen açıklamalarına ve desteğine ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin STEM problemini tanımlama yeteneğinde başlangıçtan itibaren az zorlandıkları belirlenmiştir. T1'den T3'e doğru ilerledikçe söz konusu yeteneğin gözlem tabloları, gözlemci notları, öğrenci fasikülleri ışığında grupların STEM problemlerini tanımlama yeteneği davranışlarını geliştirmeye yönelik olduğu görülmüştür. Ercan (2014), İzgi (2020), Kınık Topaslan, (2018), Özer (2019) ve Sürmeli ve diğerleri (2018) çalışmalarında öğrencilerin problemi tanımlamada zorlandıkları sonucuna ulaştıkları görülmektedir. Ercan (2014) yaptığı çalışmada öğrencilerin problem ve ihtiyacı belirlemede oldukça düşük performans sergilediklerine vurgu yapmıştır. Çalışma grubunun bu anlamda çok zorlanmamasının sebebi giriş etkinlikleri olabileceği düşünülmektedir. Grup fasikülleri incelendiğinde problemi ve ihtiyacı tanımlamada grupların zaman zaman dalgalanmalar yaşadıkları tespit edilmiş, eğitim sırasında hemen müdahale edilmiş, fakat sorgulamalar sırasında öğrencilerin belirleyemedikleri için değil bir an önce tasarıma geçebilmek için ve yazma bölümleri konusunda çok istekli olmamalarından dolayı kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada öğrencilerin araştırma yapmaya karşı istekli oldukları fakat doğru araştırma nasıl yapılacağı konusunda yeterli olmadıkları görülmüştür. Grupların Tasarım 1'den Tasarım 3 sürecine doğru ilerledikçe kaynak site içerisine girerek bilgileri yazma, birkaç kaynak siteden bilgileri derleyip toplayıp kendi cümleleriyle ifade etme veya

topladıkları bilgileri grup içinde tartışıp karar vererek düzenleme şeklinde davranış sergileyebilir duruma geldikleri belirlenmiştir. Grup fasikülleri ile bu sonucun desteklendiği tespit edilmiştir.

Öğrenciler görüşmeler sırasında tasarım öncesi en çok zorlandığı bölümler arasında araştırma yapma, soruları cevaplama ve yazma olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin tasarım oluştururken teknolojik araç-gereç kullanımı konusunda zorlanırken bilgisayar gibi araçların kullanımı konusunda zorlanmadıkları görülmüştür. Yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği davranışlarından “*Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma*” davranışında zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili Güneş Varol, (2020) uygulamalar sırasında öğrencilerin bilgiyi araştırmada zorlandıkları, nasıl araştırma yapacaklarını bilmedikleri, teknoloji kullanımı ile ilgili zorlandıklarını belirtmiştir. Teknoloji kullanımı (bilgisayar) konusundaki iki araştırma arasındaki kısmi farklılık, öğrencilerdeki pandemi öncesi ile pandemi sonrası dönem arasındaki teknoloji kullanımına yatkınlık konusundaki etkiyi ortaya koyduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Doğan (2020) öğrencilerin arama motorlarında nasıl araştırma yapma konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını, güvenilir bilgi kaynaklarını ayırt edemediklerini tespit etmiş, öğrencilerin medyaokuryazarlığı konusunda bilgilerini geliştirmeleri gerektiğine işaret etmiştir. Elde edilen araştırma bulgularına göre öğrencilerin başlangıçta güvenilir bilgi kaynaklarını belirleyememesi, eğitim sürecinde daha sınırlı gelişim göstermeleri literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir.

Yeni bilgiyi edinme ve araştırma yeteneği ile ilgili başka dikkat çeken nokta mühendislik tasarım sürecinin yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerin bu yeteneğe ihtiyaç duymadan revizyonlarını yapmaya çalışmalarındır. Eğitim süreci boyunca tüm gruplar yeni bilgiyi edinme ve araştırma yeteneğini kullanmamışlardır. Bu duruma etken olarak eğitim süreci ve tasarım görevleri başında her konu ile ilgili uygulanan ders planları, bilgilendirme sunumları ve tasarım sürecinde yapılan araştırmalar olabileceği düşünülmektedir. Aynı şekilde eğitim süreci boyunca problemin ve ihtiyaçların araştırılması aşamasında yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneği davranışlarından bilimsel kaynaklardan yararlanma yeterli düzeyde gözlemlenememesi ve tasarımlar ilerledikçe öğretmen desteğinin ortadan kalktığı durumlara rağmen değişim gözlemlenememesi öğrencilerin hedeflenen düzeyde gelişim gösteremediklerini söylemek mümkündür.

Tüm gruplarda yeni bilgiyi edinme ve araştırma yeteneği açısından hedeflenen düzeyde gelişim (güvenilir kaynakları, bilimsel kaynakları seçme, yeniden tasarlama

aşamasında yer verme gibi) olmasa da öğrencilerde sergilenen davranışlarda büyük oranda artma görülmesinden dolayı yeni bilgiyi araştırma ve edinme yeteneğinde genel olarak gelişim olduğunu söylemek mümkündür. Fakat ilgili yetenek ve davranışlarda öğrenciler deneyim kazandıkça ve yaş grubu büyüdükçe daha iyi gelişim sağlayacakları düşünülmektedir.

SOY yeteneklerinden STEM kavramlarını uygulama yeteneği mühendislik tasarım sürecinin olası çözümlerin geliştirilmesi, prototipin oluşturulması ve yeniden tasarlama aşamalarında gözlemlene fırsatı vermektedir. Çalışmada, başlangıçta STEM kavramlarını uygulama yeteneği açısından tam olarak yeterli olmasalar da süreç içerisinde fikir üretme ve grup içi fikirleri tartışma, birden çok disiplini aynı anda düşünme malzeme analizleri yapma ve çözümlere yönelik fikirler sunma davranışları gözlemlenmiştir. Özellikle başlangıçta olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrencilerin oldukça zorlandıkları görülmüştür. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrencilerin zorlanması ile ilgili Ercan (2014) ve Özer (2019) benzer sonuçlara ulaşmış olduğu saptanmıştır. Fikir üretme konusunda zorlanmanın yaşanması öğrenci görüşmeleri ile desteklendiği görülmüştür. Öğrencilere STEM eğitiminin katkıları sorulduğunda herhangi bir konuda fikirler üretebilir duruma gelmekten, grupça fikirler ve bir şeyler üretmekten bahsettikleri tespit edilmiştir. Ders gözlem ve diyalogları ve öğrenci görüşmelerinden yola çıkarak grupların STEM kavramlarını uygulama yeteneği davranışlarının süreç içerisinde gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür. Ayrıca fikirler üretme, tartışma, materyal seçimi ve yol, yöntem ve süreçlere karar verme aynı zamanda 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinden yaratıcılık ve inovasyon, eleştirel düşünme ve problem çözme ile yaratıcı problem çözme becerisi iraksak ve yakınsak düşünme ile bağlantı içerisinde olduğunu söylemek mümkündür. Bahsi geçen beceri ve boyutlarda anlamlı farkın tespit edilmiş olması STEM kavramları uygulama yeteneğinin çalışma grubunda gelişimin, nicel boyut araştırmalarıyla örtüşme durumunu göstermektedir.

SOY yeteneklerinden STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği mühendislik tasarım sürecinin problemin ya da ihtiyaçların tanımlanması, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve yeniden tasarlama aşamalarında gözlemlene fırsatı vermektedir. Araştırmada başlangıçta sorgulama tabloları cevaplanırken, malzemeler gruplara dağıtılırken, olası çözümler üretilirken ve uygun çözüme karar verirken grup çalışmalarında öğretmen desteği daha baskınken öğrencilerin disiplinlere göre ihtiyaçları, hedefleri ayırmakta zorlandıkları saptanmıştır. Süreç içerisinde STEM disiplinleri

açısından araç ve süreç belirleme, alan bilgisi, beceri, yöntem ve teknikleri düşünmeye çalışma, tasarımla ilgili kararlar alma, fikir üretme ve olası çözümlerini sıralamaya alarak süreci ve süreçte kullanılması muhtemel bilgi, beceri ve yöntemleri belirledikleri gözlemlenmiştir. Nitekim 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri kapsamında yer alan eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi bulguları ile gözlemler arasında örtüşme söz konusudur. Gözlem yoluyla elde edilen bulgulardaki farklılık, süreç takip edildiği için eğitim sürecinin başından sonuna kadar öğrencilerin sürekli gelişim içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Fakat 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerileri kapsamında yer alan eleştirel düşünme ve problem çözme becerisinin öğrencilerdeki eğitim başlangıcı ve sonu arasındaki farka dikkat çekmektedir. Genel olarak bakıldığında gruplar STEM'i kullanarak problem çözme yeteneği davranışlarını sergileme konusunda eğitim süreci içerisinde olumlu yönde gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür.

SOY yeteneklerinden STEM'i kullanarak karar verme yeteneği mühendislik tasarım süreci içerisinde en iyi çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve yeniden tasarlama aşamaları olmak üzere dört aşamada en çok kullanılan yetenekler arasında yer almaktadır. Araştırmada öğrencilerin STEM'i kullanarak karar verme yeteneği davranışlarını başlangıçta kısmen sergileyebildikleri tespit edilmiştir. Ercan (2014) mühendislik tasarım sürecinde karar verme becerisi konusunda benzer bulgulara ulaştığı görülmüş fakat bu durumun eğitim sonunda tasarım kararları alabilen bireyler haline geldiklerini vurguladıkları tespit edilmiştir. Yeteneğe bağlı tanımlanan davranışlar arasındaki “*STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konuları tanımlama*” ve “*STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama yapma*” net olarak gözlemlenememiştir. STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri tanımlama ve uygulama davranışlarının net olarak gözlenememesinin sebepleri arasında yaş grubu özellikleri ve deneyim eksikliği olduğu düşünülmektedir. Nitekim Sürmeli ve diğerleri (2018) sınıf seviyesi beşinci sınıftan sekizinci sınıfa doğru ilerledikçe tasarım süreci değerlendirmelerinden alınan puanların arttığını belirtirken elde edilen sonucu uygulama süreci gösterilen davranışlar ve davranışlardan alınan verime de yordanabileceği düşünülmektedir. Öğrenciler süreç sonunda öğretmen desteği almadan kriterlere yönelik çözümleri ve test şeklini tanımlama, düzenleme gerekip gerekmediğine ve malzemelerin çözüme katkısına ve sonucu yorumlama, düzenlemenin nasıl olması gerektiğine karar verme, test etme ve eksiklikleri farketme davranışlarını sergiledikleri gözlemlenmiştir. Gözlem bulguları, grup fasikülleri ve öğrenci görüşleri ile örtüşmektedir. Öğrenci görüşmeleri sırasında bazı öğrenciler neyi, nasıl ifade edecekleri, hangi yöntem, teknik ve

aracın seçilmesi gerektiği ve hangi fikrin seçilmesi gerektiği konularında karar vermede zorlandıklarını fakat zamanla alıştıklarını ifade etmişlerdir. Tüm gruplarda süreç ilerledikçe yeteneklerin kapsadığı davranışları öğrencilerde sergileme durumunda artma görülmesinden dolayı STEM'i kullanarak karar verme yeteneğinin geliştiğini söylemek mümkündür. Ercan (2014) ve Ercan ve Bozkurt (2013) yaptıkları çalışmalarda tasarım temelli fen eğitimi etkinliklerinin öğrencilerde karar verme becerisini olumlu etkilediğini belirtmişler, Ercan (2014) ek olarak tasarım süreci boyunca öğrencilerin sık sık karar verme becerisini kullanmak zorunda kaldıklarını vurgulamıştır. Ayrıca öğrencilerin sürekli karar verme sürecini deneyimlenmelerinin bir mühendisin yaşadığı süreçler hakkında bilgi ve deneyim sahibi olmalarını sağladığı ifade edilmiştir. Nitekim öğrenci görüşmeleri sırasında STEM eğitiminin katkısı ve mühendisliğe olan bakış açılarındaki değişim sorulduğunda bir mühendisin, bir bilim adamının nasıl çalıştığı, hangi süreçlerden geçtiği, Dünya'ya nasıl katkı sağladıkları konusunda fikir sahibi olduklarını belirtmişler ve eğitim süreci içerisinde zaman zaman kendilerini bir mühendis, bilim insanı gibi hissettiklerini ifade etmişlerdir. Bu tarzdaki uygulamalar uygulandıkça Okulu (2019) öğrencilerde mühendislik alanına karşı zihin alışkanlığı kazandıracağına işaret etmektedir.

SOY yeteneklerinden STEM bilgilerini iletme yeteneği mühendislik tasarım sürecinin olası çözümlerin geliştirilmesi, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi, çözümlerin sunulması ve yeniden tasarlama aşamalarında gözlemlenebilir fırsatı vermektedir. Çalışmada, gruplar başlangıçta STEM bilgilerini iletme yeteneği kapsamında belirlenen davranışları kısmen sergileyebilmişlerdir. Son tasarımda tüm gruplar varolan davranışları tasarım süreci boyunca tam olarak sergileyebildikleri tespit edilmiştir. Tasarım süreci boyunca gerekli olan grup içi iletişime bağlı fikirleri tartışma, karar verme, değerlendirme giriş etkinlikleri ve Tasarım 1 süresince düşük düzeyde seyrettiği hatta bazı gruplarda çatışma boyutuna ulaştığı görülmüştür. Fakat süreç ilerledikçe beklenen davranışların sergilendiği gözlemlenmiştir. Eğitim süreci başlangıcında yaşanan grup içi uyuşmazlıklar benzer şekilde Doğan (2020), Ercan (2014) ve Pekbay (2017) çalışmalarında da yaşandığı belirtirken Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) biyoçeşitlilik konusunda uygulanan STEM uygulamasının öğrencilerde işbirliği ve iletişim becerilerinin gelişimini sağladığına vurgu yapmıştır. Grup içi uyuşmazlıklar ile ilgili Ercan (2014) çalışmasında ilk modüllerde iletişim anlamında öğrencilerin daha yüzeysel davrandıklarını, son uygulamada her bir öğrencinin çözümleri savunmak için kriterleri dikkate alarak, argümanlar geliştirerek sunumlar yaptıkları bu anlamda gelişim sağladıklarını belirtmiştir. Çalışmada çözümün sunulması aşamasında başlangıçta gruplar, tasarımlarını sadece sunarken, süreç içerisinde

dinleyici grupların sunum grubunun tasarımını eleştirmesine ve revizyonlar önermesine dönüştüğü görülmüştür. Hatta son tasarımla beraber dinleyici grubun eleştirilerinden önce sunum gruplarının kendilerini eleştirmesi, eleştirileri dikkate alma ve uygulamaya doğru davranışlarda evrilme gözlemlenmiştir.

Çalışma grubunda başlangıçta benmerkezci bakış açısı daha baskın durumda olduğu tespit edilmiştir. Özellikle bazı grupların grup içi uyumsuzlukları (iş bölümü, kendi fikrinde direktme ve kabul ettirmeye çalışmadan doğan uyumsuzluklar) hat safhadaydı. Fakat gruplar, grup içinde uyum, iletişim, paylaşım ve dayanışma olmadığında en iyi tasarımı yapamayacaklarını anladıklarında bu anlamda daha özenli davrandıkları görülmüştür. Süreç ilerledikçe grup içi uyumsuzluklar azalmış yerine grup içi etkileşime (fikir üretme, fikirleri tartışma ve karar verme gibi) bırakmıştır. Nitekim öğrenci görüşmeleri sırasında öğrenciler grup çalışması yapabilme, işbirliği, iletişim ve sunum becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca grup çalışmaları sayesinde bir konuda çeşitli bilgi ve fikirlere sahip olduklarını, eksiklerini farkedip tamamladıklarını, daha bilgili hale geldiklerini ve zorlukları beraber aştıklarını belirttikleri tespit edilmiştir. 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinden işbirliği ve iletişim becerisinin ön test son test puanlarına göre son test lehine gelişim göstermesi gözlem bulgularının nicel bulgularla uyumunu göstermektedir. Genel olarak STEM bilgilerini iletme yeteneği düşünüldüğünde gözlem, görüşme ve nicel bulgulara göre gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür.

Araştırmada SOY yeteneklerinin ve davranışlarının eğitim süreci boyunca gelişim gösterdiği tespiti, araştırmanın öğrencilerde bir SOY anlayışı geliştirmelerine katkı sunduğunu söylemek mümkündür. Yapılan çalışmanın katkı sunduğunun düşünülmesinin sebebi SOY gelişiminin sürekli ve yığılmalı olduğuna olan inançtan dolayıdır. Öğrencilerin sürece, tasarımlara gösterdikleri ilgi, motivasyon ve akademik ve beceri gelişimindeki gözlem, görüşme, ölçek göstergeleri STEM okuryazarlıklarının geliştiğine dair bulguları desteklemektedir. Bu anlamda öğrencilerin bir problem ya da konu hakkında problemi tanımlama, araştırma yapma, fikirler geliştirme ve uygun fikre karar verme, uygulama, değerlendirme ve bilgileri iletme davranışlarını uygulayabileceklerinin kanıtı olarak görülmektedir.

STEM uygulamaları ile öğrencilerde bilimsel okuryazarlıkların arttığı (Afriana, Permanasari ve Fitriani, 2016), gerçek hayat problemlerinin derslerde kullanımının (Şencan, 2013) ve sosyobilimsel konuların öğrencilerde fen okuryazarlığının gelişimine katkısının olduğu (Karaman, 2019) literatürde belirtilmiştir. Yapılan gözlemlere göre biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü uygulamaları (tasarım görevleri) ile öğrencilerde SOY

yetenekleri ve ilgili davranışların gelişim gösterdiğini söylemek, literatürde ele alınan okuryazarlık gelişimleri ile uyumlu olduğu çıkarımını yapmak mümkündür. Araştırmada STEM uygulamaları kapsamında disiplinlerarası, sosyobilimsel bir konu olan biyoçeşitlilik konusunun ele alınmasının öğrencilerde SOY yetenekleri ve davranışlarının gelişiminde etkiyi artırdığı düşünülmektedir. STEM uygulamaları sırasında disiplinlerarası, sosyobilimsel gerçek hayat problemlerinin ele alınmasının öğrencilerde hedeflenen bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin gelişimini hızlandıracağı, etkiyi artıracığı ve bütüncül bir anlayış geliştirmelerini sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim Wendel ve diğerleri (2010) yapmış oldukları çalışmada tasarım tabanlı uygulamaların öğrencilerde bilimsel anlayış geliştirme davranışlarının geliştiği ifade edilmektedir. STEM uygulamaları sonucunda öğrencilerde bütüncül bakış açısı geliştirdiğine dair öğrenci görüşleri ve çıkarımları literatürde mevcuttur (Okulu, 2019; Öztürk ve diğ., 2019). Yapılan çalışmada gözlemler sırasında tasarım görevi kriterlerini aynı anda düşünme, bir malzeme ile birden çok kriteri dikkate almaya çalışma, birden çok fikir üretme ve canlı özelliklerini dikkate alma şeklinde bütüncül düşünme anlayışı göstergelerine öğrencilerde son tasarımlara doğru daha çok gözlemlenmiştir. Hatta bu durumun öğrencilerde STEM disiplinlerini oluşturan disiplin okuryazarlıklarının gelişimine katkı sunacağı düşünülmektedir. Nitekim Zolman (2012) SOY'u, STEM'i oluşturan tüm disiplinlerin okuryazarlıklarından daha anlamsal ve bütüncül yorumlaması açısından ele aldığımızda tersi durumun da söz konusu olacağını düşünmek mümkündür. Bu durum SOY yeteneklerinin geliştiği çıkarımını yaptığımız gruplarda STEM disiplin okuryazarlıklarının da gelişebileceği çıkarımına ulaştırmaktadır.

Eğitim süreci boyunca öğrencilerde gözlemlenemeyen ya da kısmi gözlemlenebilen davranışların mühendislik tasarım süreci ve gerçek hayat problemi çözümüne yönelik tasarım oluşturma deneyimleri arttıkça veya yaş seviyesi arttıkça özellikle lise ve üniversite düzeyindeki uygulamalarda gözlenebilirliğinin artacağı düşünülmektedir. Sürmeli ve diğerleri (2018) yapmış oldukları çalışmada belirtildiği gibi mühendislik tasarım süreci takip edilen öğrenci grupları arasında en düşük puan alan grupların 5. sınıflar olduğu, en yüksek değerlendirmeye sahip olanların 8. sınıf öğrenci grupları olması çıkarımı desteklemektedir. Aynı şekilde Hacıoğlu ve Dönmez Usta, (2020) öğrencilerde mühendislik algısının değişimi için önerdikleri daha fazla deneyim sahibi olmaları gerektiği vurgusu, yapılan çalışmada 5. sınıf öğrencileri için mühendislik tasarım süreci veya SOY yetenekleri davranışları için yeterli düzeyde gözlemlenemeyen ya da gözlemlendiği halde kısmen yeterliliği belirlenmiş davranışlar için benzer yorumu yapmak mümkündür.

Genel olarak bakıldığında öğrencilerin STEM'i kullanarak karar verme, STEM problemlerini çözme ve STEM bilgilerini iletme yeteneklerini sergilerken grup içi tartışmalar, paylaşımlar öğrencilerin işbirliği ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine katkı sunduğu görülmüştür. Bu durum Yavuz, (2019) ve Doğan, (2020) çalışma sonuçlarıyla ve araştırmanın nicel ölçekleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bahsi geçen beceriler, mühendislik tasarım sürecinin olası çözümler geliştirme, en iyi çözümü seçme, prototip oluşturma, çözümlerin sunulması ve yeniden tasarlama aşamalarında da gözlemlenme fırsatı olmuştur. Karaman, (2019) yapmış olduğu çalışmada benzer bir sonuçla sosyobilimsel uygulamaların öğrencilerde eleştirel düşünme ve tartışma becerilerinin gelişmesine katkı sunduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca STEM uygulamaları öğrencilerde SOY yetenekleri ve davranışları açısından gelişim sağladığı, öğrencilerde STEM disiplinlerine, araştırma yapma, tasarım yapma, mühendislik tasarım sürecini takip etme, işbirliği, iletişim, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine, biyoçeşitlilik ve çevre konularına karşı anlayış ve bakış açısı geliştirmelerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar araştırmanın nicel araştırma bulguları ve öğrenci görüşleri ile de uyumludur. Öğrencilerde gözlemlenen anlayış geliştirme kanıtları STEM okuryazarlıklarının oluştuğunu göstermektedir. Karaman, (2019) yapmış olduğu çalışmada sosyobilimsel konuları içeren konuların eğitim ortamlarında kullanılmasının tartışma, eleştirel düşünme becerileri yanında fen okuryazarlıklarına katkı sağladığını ifade etmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmada öğrencilerde 21. yy. becerileri, yaratıcı problem çözme becerisi ve bilişsel becerilerin gelişimine odaklanarak STEM uygulamaları planlama ve uygulamanın SOY yeteneklerini gelişmesine destek olduğu görülmüştür.

5.2.3. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Mühendislik Tasarım Süreci

Davranışlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Çalışmada mühendislik tasarım sürecinin NASA (2015) sekiz aşamalı türü dikkate alınarak ilerlenmiştir. Beş aşamalı mühendislik tasarım döngüsü (Cavaş ve Cavaş, 2018) tanımlamalarına göre daha ayrıntılı olduğu ve beceri eğitimlerinin daha sağlıklı ilerleyebilmesi için seçilmiştir. Sürecin etkili devam edebilmesi için öğrencilere eğitim süreci başında bir mühendis ve bilim insanı gibi problemlere yaklaşımları ve problemleri çözmeleri beklendiği ifade edilmiştir. Biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü tasarım öncesi çalışmalarının tasarım süreci ve sonrası için bir mühendisin plan-proje defteri gibi düşünüp dikkate almaları gerektiği belirtilmiştir. Bu açıklamaların öğrencilerin süreci benimsemesi

ve takip etmesinde etken olduğu düşünülmektedir. Nitekim Hacıoğlu ve Dönmez Usta, (2020) yapmış oldukları çalışmada benzer bir durumu yaşadıklarını, öğrencilerinin ilgi, istek ve motivasyonlarını ve sürece katılımlarını artırdığını belirtmişlerdir.

Çalışmada eğitim süreci başından sonuna doğru bilimsel gerekçelendirme ve açıklama, yapılan uygulamaların gerekçelendirilmesi, olası çözümler geliştirme ve karar verme, matematiksel işlem ve çizimler yapabilme, taslak çizimlere, kriter ve sınırlamalara uygun prototip oluşturabilme, tasarım eksikliklerini farketme ve tamamlayabilme, tasarımı sunabilme, eleştirileri alma, kendini ve arkadaşlarını eleştirebilme ve revizyon noktalarını tamamlayabilme davranışlarında gelişim kaydettikleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde Wendel ve diğerleri'nin (2010) yapmış oldukları çalışmada mühendislik tasarım sürecinin fen bilimleri konularıyla birleştirilmesi sonucu öğrencilerde bilimsel keşif, bilimsel açıklama yapma, matematiksel hesaplamalar yapma olası çözümler ve çizimler oluşturma ve prototip oluşturma davranışlarının geliştiğini tespit etmişlerdir. Sürmeli ve diğerleri (2018) gözlem sonuçlarına göre beşinci sınıf öğrencilerinin tasarımları çizmede zorlandıkları diğer sınıfların (6-7-8) zorlanmadan yaptıklarını belirtilmişlerdir. Benzer durum 5. sınıflar için Tasarım 1'de ve Tasarım 2'de kısmen gerçekleştiği, taslak çizimle oluşturulan prototip arasındaki farkın fazla olduğu görülmüştür. Tasarım 3 itibarıyla bahsi geçen farkın azaldığı gözlemi elde edilmiştir. Gözlemlere ek olarak grup fasikül incelendiğinde taslak çizim ile prototip arasındaki farkı doğruladığı belirlenmiş ve literatürle bulgunun uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmanın 5. sınıf ile sınırlı olması sebebiyle 6-7-8. sınıf seviye çalışmaları konusunda çıkarım karşılaştırması gerçekleştirilememiştir. Bunun haricinde Sürmeli ve diğerlerine (2018) göre öğrencilerin problemi tanımlama, materyal kullanma, verileri elde etme ve yeniden tasarım aşamasında zorlandıkları ortaya çıkarılmış, yapılan çalışmaya göre gözlem sonuçlarının problemi tanımlama ve yeniden tasarlama aşamalarında eğitim süreci başında zorlandıkları süreç boyunca gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu açıdan Sürmeli ve diğerleri (2018) çalışmasından bazı noktalarıyla, araştırma gözlem verilerinin ayrışma gösterdiği görülmektedir. Materyal kullanımında öğrenci görüşmeleri sırasında öğrencilerin araç-gereçleri dikkatli kullanma konusunda zorlandıklarını ifade ettikleri ve bu konudaki öğrenci görüşlerinin Sürmeli ve diğerleri (2018) çalışmasıyla uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tasarım görevi 1 çalışmasında tüm gruplar, grup fasiküllerinde revizyon gereken noktaları belirtmelerine rağmen yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirtmişlerdir. Bu duruma sebep olarak bir önceki haftadan yarım kalan bir çalışma olması

ve öğrencilerin belirledikleri eksiklikleri gidermeleri gösterilebilir. Bunun yanında öğrencilerin ilk tasarım deneyimleri olması sebebiyle çok fazla fikir üretememeleri de etken olarak ifade edilebilir. Bu anlamda araştırmacı mevcut durumu farketmediği için yeniden tasarlama aşamasının uygulanmamasında araştırmacı bir sakınca görmemiştir. Ercan (2014) yaptığı çalışmada ilk modül uygulamasında öğrencilerin yeniden tasarlama aşamasına ihtiyaç duymadıklarını belirtmesi benzer duruma işaret etmektedir. Bu duruma sebep olarak mühendislik tasarım sürecini sağlıklı yürütememeleri, deneme-yanılma yoluyla ilerlemeleri ve sürece yönelik deneyim eksikliklerinin olmasından dolayı olabileceğini ifade etmektedir. Benzer bir durumun araştırma sürecinde de deneyimlenmesi ve benzer sebeplerle bağlantılı olabileceği araştırmalar arası örtüşmeyi göstermektedir.

Mühendislik tasarım süreci davranışlarından öğrencilerde hedeflenen düzeyde gelişim göstermeyen davranışlar bulunmaktadır. Bunlar problem ve ihtiyacın araştırılması aşaması “Mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması” davranışı, olası çözümlerin geliştirilmesi aşaması “Taslak çizimlerin yapılması” davranışı (birden çok çizim yapılması anlamında) ve çözümlerin test edilip değerlendirilmesi aşaması “Prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme” ve “Prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme” davranışları olduğu tespit edilmiştir. Prototiple uyumlu çizimlerin yapılması davranışı eğitim sürecinin sonuna doğru bazı gruplarda gözlenmeye başlanmıştır. Başlangıçta çizilen çizimler ile prototip arasındaki fark, grup fasikül incelemelerinde de göze çarpmaktadır. “Prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme” ve “Prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme” davranışlarındaki eksikliğin öğrencilerde gelişime ihtiyacı olan karar verme ve değerlendirme becerileri ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Süreç içerisinde daha iyi hale gelmeleri benzer uygulamalar yapıldıkça, öğrenci deneyimleri arttıkça, öğrencilerin yaş seviyesi arttıkça gelişebilirliğine dair umut verici olduğu düşünülmektedir. Güneş Varol (2020) çalışmasında öğrencilerde hayal ettikleri çizimleri somutlaştıramadıkları ifade edilmiş, grupça çalışma, işbirliği, iletişim, sunum becerilerinde yetersizlikler gözlenmiş, eğitim süreci ilerledikçe süreç başında problemi bireysel çözmeye çalışma, çözümlerin sunulması aşamasında tasarımı anlatmadaki yetersizliklerin giderildiği görülmüştür. Doğan, (2020) ve Karlı Baydere ve Kurtoglu (2019) genel olarak benzer sonuçlar elde edilmiş olduğu tespit edilmiştir. Kınık Topaslan, (2018) yapmış olduğu çalışmada ise hedef grubun STEM eğitimi sonrasında problem tanımlama, yaratıcı ve uygulanabilir çözümler üretme, çözüm önerilerine uygun prototip oluşturmada yeterli seviyede olmadıkları, problem çözümüne yönelik kriterlerin, sınırlamaların ve ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve karar

verilmesi ve çözümlerin sunulmasında yeterli oldukları tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında Kınık Topaslan, (2018) ve yapılan çalışma sonuçları kıyaslandığında problem çözümüne yönelik kriterlerin, sınırlamaların ve ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve karar verilmesi ve çözümlerin sunulmasında uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Kınık Topaslan'dan (2018) farklı olarak öğrenciler yapılan araştırmada problemi tanımlama, yaratıcı ve uygulanabilir çözümler üretme, çözüm önerilerine uygun prototip oluşturmada yeterli denebilecek düzeyde tasarım sürecini yönetebildikleri belirlenmiştir. Ercan (2014) ve Özer (2019) ise yapmış oldukları çalışmalar sonucunda uygulamalar süresince problem ya da ihtiyacın belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün belirlenmesi, prototip yapımı ve test etme ve iletişim aşamaları için mühendislik tasarım süreci becerilerinin gelişim gösterdiği tespit ettiği görülmektedir. Özer (2019) öğrencilerin en az gelişim gösterdiği aşama olarak olası çözümlerin oluşturulması olduğunu belirtmiştir. Olası çözümlerin oluşturulmasındaki az gelişim gösterme durumu problem ile ilgili birden fazla fikir üretme ve çözüme yönelik taslak çizimler oluşturma konusunda olduğuna işaret etmiştir. Araştırma bulgularında problem çözümü ile ilgili birden çok fikir üretme davranışında Özer (2019) çalışmasından farklı olarak iyi bir gelişim sağlanmıştır. Fakat çözüme yönelik taslak çizimlerin oluşturulması konusunda araştırma bulgularının Özer (2019) bulgusu ile paralel olduğunu söylemek mümkündür. Çalışma grubu, ele alınan gerçek hayat problemi, beklenen tasarımlar birlikte dikkate alındığında ilerleyen eğitim ve gruplarda yaratıcı ve uygulanabilir çözümler üretme, çözüm önerilerine uygun taslak çizimler oluşturma ve prototip oluşturmada farklı tasarımlar üretilme davranışlarında ilerleme kaydedilebileceği öngörülmektedir.

Yıldırım (2020) mühendislik tasarım süreci aşamalarının işletildiği uygulamasında hedef grubun ön test son test değerleri arasında son test puanları yönünde anlamlılık olduğunu tespit etmiştir. Uygulanan etkinliğin mühendislik tasarım süreci aşamalarını başarıyla uygulandığına işaret etmiştir. Diğer taraftan Akbulut (2022) fen bilimleri ders kitaplarını incelediğinde genel olarak mühendislik tasarım süreci aşamalarına yönelik becerilerin tam ve etkili bir şekilde yer verilmediğini işaret etmektedir. Bu açıdan bakıldığında alan yazında STEM eğitimi uygulamalarına yönelik yapılan ön ve son test puanları arasındaki farkın büyük ve anlamlı çıkma sebeplerinden biri ders kitaplarında mühendislik tasarım süreci aşamalarına dönük etkinliklerin amacına uygun olmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Karakaya ve Yılmaz (2021) lise öğrencilerine yönelik yaptıkları çalışmada STEM temelli etkinliklerde problemin belirlenmesi, ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin

geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve prototipin oluşturulması aşamalarında hedeflenen düzeyin üzerinde gelişim sağlandığını tespit etmişlerdir. Fakat çözümleri test etme ve değerlendirme, çözümlerin sunulması ve yeniden tasarlanma aşamalarında hedefe tam olarak ulaşamadığı belirtilmiştir. Bu duruma etken bilgi ve deneyim eksikliği yorumu yapılmıştır. Yapılan araştırmada mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamaları için çalışma grubunda gelişim sağlandığı tespit edilmiş fakat mühendislik tasarım süreci aşamaları için belirlenen bazı davranışlar bazında tam bir gelişim sağlanamadığından bahsedilmiştir. Bu anlamda yapılan çalışmanın, Karakaya ve Yılmaz (2020) araştırması ile kısmen örtüştüğü ve elde edilen bulgunun temeli Karakaya ve Yılmaz (2020) çalışmasında işaret ettiği gibi bilgi ve deneyim kazanma sürecinin uzunluğu ve içeriği olabileceği düşünülmektedir.

Uzel (2019) yaptığı çalışmasında mühendislik tasarım temelli etkinliklerin değerlendirme rubrik puanlarına göre öğrencilerin mühendislik tasarım süreci aşamalarında hedeflenen düzeyin üzerinde gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sürecin başından itibaren öğrencilerin problemi belirleme, olası çözümler geliştirme, en iyi çözümü test etme, prototip oluşturma, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve çözümlerin sunulması aşamalarında sürekli ilerleme kaydettiklerini ifade etmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin bahsi geçen aşamalarda hedeflenen düzey ve üzerinde gelişim gösterdiklerini belirtmiştir. Yapılan araştırma ile Uzel (2019) çalışmasının birçok noktada örtüştüğü görülmektedir. Bu anlamda bakıldığında öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik uygulama ve deneyimlerinin artması hedeflenen davranışları sergileme ve alışkanlık haline döndürmelerinde önemli olduğu düşünülmektedir.

Mühendislik tasarım süreci aşamalarından çözümlerin sunulması ve yeniden tasarlanma aşamaları sıralaması bazı kaynaklarda yer değiştirebilmektedir. NASA'da (2009) yeniden tasarlanma aşaması, çözümlerin sunulması aşamasından sonra gelmekte olup NASA'da (2015) aynı sıralama takip edilmektedir. Yapılan ders gözlemleri ve akış sırasında öğrencilerin belirlenen eksikleri tamamlama, tasarımı kriter ve sınırlamalara göre iyileştirme davranışlarını kapsayan yeniden tasarlanma aşamasını, çözümlerin sunulması aşaması öncesi ve sonrası olmak üzere iki kere gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Birinci tasarım revizyonu çözümlerin test edilip değerlendirmesi aşaması sonrası grup içi revizyon noktalarının belirlenmesi ve tamamlanmasıyla, ikinci tasarım revizyonu ise çözümlerin sunulması aşaması sonrası dinleyici grupların eleştirileri sonucu belirlenen revizyon noktalarının belirlenmesi ve tamamlanmasıyla gerçekleşmektedir. Bu aşamaların haricinde son çözümlerin gerçekleştiğine dair gruplardan veya karar vericilerden onay alma aşaması ile tamamlanmış tasarımlar için tasarım süreci sonlanmaktadır. Tamamlanma

gerçekleşmediğinde süreç başa ya da ilgili aşamaya geri dönmektedir. Bu deneyimlemelere göre mühendislik tasarım süreci 11 aşamalı olması özellikle beceri eğitimleri, durum çalışmaları ya da eylem araştırmalarında daha verim alınmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Eğitim süreci boyunca genel olarak öğrencilerin mühendislik tasarım süreci aşamalarına ait belirlenen davranışları gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerde eğitim süreci başından sonuna kadar grup içi iletişim, işbirliği, sunum becerilerinde de gözle görünür değişimler olduğu tespit edilmiş olup nicel bulgu ve görüşme verileriyle uyumlu olduğu SOY yetenekleri sonuçlarında belirtilmiştir. Bu durum öğrencilerin STEM eğitiminin hedeflediği bütüncül bakış açısı, bilgi, beceri (problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim, işbirliği gibi) ve duyuş (motivasyon, tutum, istek gibi) özellikleri gibi birey özelliklerini geliştirdiğini nicel ölçekler, gözlem, görüşme ve grup fasikülleri ışığında söylemek mümkündür. Ercan (2014) yaptığı çalışmada mühendislik tasarım sürecinin beceri gelişimine katkı sunduğuna işaret ettiği tespit edilmiştir.

5.2.4. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülünün Grup Fasiküllerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Biyoçeşitlilik modülü fasikülleri tasarım konu ve problemiyle bağlantılı bir senaryo ile başlamakta, mühendislik tasarım süreci ile devam etmekte ve tasarım değerlendirme, öz ve akran değerlendirmelerle sona ermektedir.

Öğrencilerin biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü grup fasikülleri incelendiğinde mühendislik tasarım sürecinin her aşaması için eğitim süreci boyunca gelişim içerisinde olduklarını söylemek mümkündür. Araştırma yapma ve tasarımla ilgili çizimler yapma etkinlikleri hariç problemi ve ihtiyaçları tanımlama, olası çözümler geliştirme, en iyi çözüme karar verme, prototip oluşturma, hesaplamalar yapma, çözümleri kriter ve sınırlama odaklı test edip değerlendirme, çözümleri sunma, yeniden tasarlama, akran ve öz değerlendirmeler yapma etkinliklerinde iyi düzeyde gelişimden bahsedilebilir. Araştırma yapma ve tasarımla ilgili çizimler yapma etkinlikleriyle ilgili hem öğrenci görüşmeleriyle hem de gözlemlerle net gelişimler kaydedilmiş olsa da hedeflenen düzeyde tüm grupların davranışı göstermesi ve destek almadan yapmaları söz konusu olmadığı için kısmen gelişim sağladıkları düşünülmektedir. Araştırma yapma konusunda bilimsel kaynaklardan ve mevcut çalışmalardan yararlanma, olası taslak çizimleri ve son taslak çizimi çizme davranışlarında öğrencilerin uygulama yaptıkça ve sınıf seviyeleri ilerledikçe artış

görülmesi beklenmektedir. Olası çözümlerin geliştirilmesi etkinliğinde gerçek hayat problemlerine yönelik yenilikçi çözümler üretmeleri, olası çözümlerden en iyi çözüme karar vermeleri yaratıcı problem çözme becerisinin gelişimini hem nicel hem de nitel olarak kanıtladıklarını söylemek mümkündür. Ayrıca öğrencilerin hazırbulunuşlukları, okul şartları, geçirmiş oldukları eğitim süreci ve sınıf seviyesi dikkate alındığında başarılı olduklarını söylemek mümkündür. Nitekim Gündüz Bahadır, (2020) yapmış olduğu çalışmada mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği STEM etkinliklerinde öğrencilerin yaratıcılıklarının ve problem çözme becerilerinin geliştiğinin tespit edilmesi çalışmanın literatürle uyumlu sonuç elde ettiğini göstermektedir. Şahin ve diğerleri (2014) yapmış oldukları çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin işbirliği ve 21. yy. becerilerinin gelişmesini destekleyici nitelikte olduğunu tespit ettikleri görülmektedir. Grup fasikül sonuçları literatürle, nicel sonuçlar, gözlem ve görüşme sonuçları ile uyumludur.

Biyoeçşitlilik modülü ve alt bölümlerinde yer alan tasarım görevi ile öğrenciler biyoeçşitlilik konusunda bilgi sahibi olurken, hem yakın çevreleriyle uyumlu canlılar hakkında bilgi ve farkındalık sahibi olmuşlar hem de yapılan tasarımlarla becerilerini kullanma ve somutlaştırma imkanı bulmuşlardır. Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) yaptığı çalışmada biyoeçşitlilik konusunda uygulanan tasarım göreviyle öğrencilerin yakın çevre ekosistemini tanıma fırsatı bulduklarını belirtmişlerdir. Nitekim öğrenci görüşmeleri sırasında öğrencilerden eğitimden önce karşılaştıkları canlılara sadece bakıp geçtiklerini fakat eğitimden sonra karşılaştıklarında neslinin tükenme tehlikesi altında olup olmadığını, nerde nasıl bir ortamda yaşadığı, neyle beslendiği gibi konuları düşünmeye başladıklarını belirttikleri ve eğitimin katkısı anlamında çevre farkındalığı kazandıklarına işaret eden düşünceler paylaştıkları tespit edilmiştir.

5.2.5. Biyoeçşitlilik STEM Modülü STEM Eğitimi ve Sürecinin Öğrenci

Düşüncelerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Alan yazın taraması, araştırma sorusu, pilot çalışmalar, eğitim süreci ve gözlemlerine dayanarak oluşturulan görüşme soruları; alıştırma soruları, STEM eğitiminin yerini belirlemeye yönelik sorular, STEM eğitiminin etkililiğini belirlemeye yönelik sorular, STEM eğitiminin becerilere dönük etkililiğini belirlemeye yönelik sorular, giriş etkinliklerinin sürece katkısını belirlemeye yönelik sorular, mühendislik tasarım süreci ile ilgili sorular ve tasarımlarla ilgili sorular şeklinde gruplara ayrılmıştır.

Öğrencilere ilk olarak görüşme sırasında rahatça duygu ve düşüncelerini açabilmeleri, samimi bir ortamın oluşabilmesi için alıştırmaya yönelik sorular sorulmuştur. Öğrencilerin daha önce benzer bir eğitime katılıp katılmadıkları sorulmuş tamamı katılmadıklarını belirtmişlerdir. Bazı öğrencilere bilimsel aktivitelere katılıp katılmadıkları sorulduğunda üç öğrenci hariç diğerleri katılmadıklarını belirtmişlerdir. Bu durumun sebebi olarak yaş grubunun küçük olması, yaşadıkları ve okulun bulunduğu bölge açısından dezavantajlı olmaları, ailelerin bilinç düzeyi gibi etkenler olabileceği düşünülmektedir. Kafiyani, Abdurrahman ve Jalmo, (2020) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin STEM disiplinleri ile bağlantılı uygulamalar yapmama nedenlerinin öğrencilerde STEM'i günlük hayatta kullanmakta ve uygulamakta zorlanmalarına sebep olabileceği belirtilmiştir. O nedenle STEM uygulamalarının sınıflarda artırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Öğrencilerde verilen STEM eğitiminin yerini belirleyebilmek için STEM eğitiminin halihazırda yürütülen fen bilimleri derslerine göre olumlu yanları sorulmuştur. Akademik ve beceri gelişimi sağlaması ve grup çalışması davranışları kazandırması olarak belirtmişlerdir. Özellikle beceri ve grup çalışmalarını ifade ederken öğrencilerin eğlenerek öğrendiklerini ifade ettikleri tespit edilmiştir. Uygulanan başarı testleri, öğrenme ve yenilenme becerileri, yaratıcı problem çözme becerisi açısından değerlendirildiğinde son test yönünde pozitif bir anlamlılık tespit edilmiştir, akademik ve beceri gelişimi açısından öğrenci görüşleri ile nicel bulguların örtüştüğünü, STEM eğitiminin bilişsel ve psikomotor becerilerin gelişimini desteklediğini söylemek mümkündür. Nitekim Ercan (2014) ve Okulu (2019) yaptıkları çalışmada uygulanan STEM eğitiminin problem kapsamındaki konularda öğrencilerin bilgi düzeylerini artırdığını vurgulamışlardır. STEM etkinliklerinin yapıldığı Gök (2019) ve İzgi (2020) çalışmalarında öğrencilere STEM etkinliklerinin fen bilimleri derslerinde uygulanmasını isteyip istemedikleri ve nedeni sorulmuş öğrenciler uygulanmasını istediklerini, STEM uygulamaları ile konuları daha iyi anladıklarını ve eğlenceli bulduklarını ifade ettikleri belirtilmiştir. STEM derslerinin olumlu yanlarına İzgi (2020) çalışmasında öğrenciler işbirliği, tartışma ve araştırıp sorgulayarak öğrenme olarak ifade etmiş olması araştırma kapsamındaki öğrencilerin grup çalışması vurgusu ile paralel düşüncelere sahip olduklarını göstermektedir. Benzer şekilde Akar ve Yadigaroglu (2021), Pekbay, Saka ve Kaptan (2020), Doğan (2020), Hebebçi (2019) ve Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020), Uzel (2019) çalışmalarında öğrencilerin STEM etkinliklerini eğlenceli bulduklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir.

Öğrencilere STEM eğitiminin olumsuz yanları sorulduğunda tasarım görevi başlangıcında konulan sınırlamalar (maliyet, zaman gibi) ve düzensizlikler (devamsızlıklar ve uyuşma problemleri gibi) olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere göre olumsuz yan olarak görülen sınırlamalar mühendislik tasarım sürecinin ve STEM eğitiminin doğasında var olan, yaratıcılığı tetikleyen durumlar olduğu için bu düşünceyi öğrencilerin daha iyi tasarım yapmaya odaklanmalarından dolayı geliştiği düşünülmektedir. Örneğin maliyet konusunda ciddi sınırlandıkları düşünülmemektedir. Çünkü gruplar onlara verilen malzemeleri kullandıktan sonra kullanmadıkları malzemeleri bir sonraki tasarım için araç-gereç kutularında saklamalarına izin verilmiştir. Öğrencilerde oluşan bu düşünceye 150 lira maliyet sınırının sebep olduğu düşünülmektedir. Diğer olumsuz yan olarak belirtilen düzensizliklerde grup içi uyuşmazlıklar bazı gruplarda başlangıçta fazla olduğu için düşündükleri şekilde yorumlanmaktadır. O nedenle süreç içerisinde tasarım bitimlerinde gruplar arası değişimlere izin verilmiştir. Gruplar arası değişimlere izin verme aynı zamanda bazı öğrencilerin uyum konusunda kendilerini eleştirip davranışlarına çekidüzen vermelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Bir diğer olumsuz yan devamsızlık konusunda, çalışma grubu uzun bir süre olmasına rağmen gayet başarılı bir süreç izlemişlerdir. Çalışma grubunun (19) yarısının devamsızlığının hiç olmadığı, tam katılım sağladıkları, geri kalan öğrencilerin (biri hariç) hastalık gibi mecburi durumlarda minimum devamsızlık yaptıkları belirlenmiştir. Grubun taşınmalı eğitim yapan bir bölgede olması, çocukların ailelerine yardım etmesi gereken bölge öğrencileri olması durumu düşünüldüğünde devam konusunda gayet başarılı olduklarını söylemek mümkündür. Fakat gruplar arasındaki en iyi tasarımı yapma rekabeti, bir grup üyesinin bir gün eksilmesinin onlar için büyük bir düzensizlik olarak algılanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu durum öğrencilerin eğitim ve uygulamalara yönelik motivasyonlarını göstermektedir. Gök (2019) ve İzgi (2020) çalışmalarında STEM eğitiminin eksik yanı olarak öğrencilerin yeterli zaman olmaması ve grup içi uyuşmazlıklar olduğunu belirtmesi, Uzel (2019) çalışmasında grup içi uyuşmazlıklar şeklinde ifade etmeleri öğrencilerin benzer düşünceleri paylaştıklarını göstermektedir.

STEM eğitiminin öğrenci görüşlerine göre etkililiğini belirleyebilmek için mühendisliğe yönelik bakış açılarının değişip değişmediği sorulmuş, öğrencilerin %56'sı değiştiğini belirtmiştir. Eğitimin mühendisliğe olan bakış açısını değiştirdiğini ifade eden öğrencilere nasıl değiştirdiği sorulduğunda yüzdelerle sırasıyla beceri gelişimi, akademik gelişim, mühendislik bakış açısı ve duyuşsal gelişim konularında değişim olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin görüşme sorusuna verdikleri cevaptan yola

çıkarak verilen eğitimin bilişsel, psikomotor, duyuşsal beceri gelişimini ve mühendislik anlayışı kazandırdığından bahsettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca alınan STEM eğitimi ve oluşturulan tasarımlar düşüncelerinde nasıl bir değişiklik yarattığı sorulduğunda yüzdelik sırasıyla bilişsel, psikomotor ve duyuşsal düşünce değişikliklerine işaret eden ifadeler kullandıkları görülmüştür. Araştırmada görüşmelerle tespit edilen, nicel ve nitel bulgularla desteklenen bilişsel, psikomotor ve duyuşsal alanların gelişimi, bütünsel etkisi SOY gelişimini destekleyeceği düşünülmektedir. Afriana, Permanasari ve Fitriani (2016) çalışmayla benzer şekilde öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarda gelişim sağladığı bulgusuna ulaşmış, Mohr-Schroeder ve diğerleri (2014) neredeyse sürece katılan tüm öğrencilerin STEM uygulamalarıyla istek ve motivasyonlarının yükseldiğini, deneyim kazandıklarını belirtmişlerdir. Aynı şekilde araştırmada öğrenciler en çok fikir üretebildikleri ve daha yaratıcı olduklarını düşündükleri tasarımlarda konuyla ilgili bilişsel (bilgi birikimi), psikomotor (deneyim) ve duyuşsal gelişimi (ilgi, istek ve motivasyon) durumunun etkilediğini belirtmişlerdir. Gök (2019) çalışmasında öğrencilere benzer soruyu sorduğunda mesleğe karşı ilgi duymaya ve mühendislik mesleğini tanımaya başladıklarını belirttiklerini ifade etmektedir. Ayrıca Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) öğrencilerde mühendislik algısının gelişiminin daha çok deneyim kazanmaya bağlı olduğunu bu nedenle daha fazla STEM uygulamalarına ağırlık verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Karahan (2020) öğrencilerde mühendislik algısının oluşturulmasının önemli olduğunu, günümüz şartlarında bilinçli bireyler olabilmesi için mühendislerin nasıl çalıştıklarını, ne yaptıklarını, hangi araçları ve süreçleri kullandıklarını dolayısıyla mühendisliğin doğasını ve uygulamasını bilmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Bunun ancak iyi entegre edilmiş STEM uygulamaları ile mümkün olabileceği düşünülmektedir. Görüşme sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri ilişkilendirildiğinde eğitimin öğrenciler üzerinde mühendislik bakış açısı kazandırmada etkili olduğu düşünülmektedir.

Bazı öğrencilere STEM eğitiminin bilim insanlarına karşı bakış açısını değiştirip değiştirmediği sorulduğunda soru sorulan öğrencilerin yarısı (%33) bilimsel bakış açısı ile nasıl çalıştıklarını anlamada, bilim insanlarının ne iş yaptıklarını anlamada ve yaptıkları çalışmalarla Dünya'ya katkı sunduklarını anlamada değişim olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim Doğan (2020) çalışmasında STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilere bir bilim insanı ve mühendis gibi çalışma ortamı sunduğunu belirtmektedir. STEM uygulamalarının herhangi bir problemi çözmek için bilim insanı gibi sorgulama, mühendis gibi tasarım zorluklarını sürece entegre etme fırsatı sunduğuna vurgu yapmıştır. Aynı şekilde Pekbay ve diğerleri (2020), Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) öğrencilerin süreçte bir mühendis gibi

çalışabilmelerinin sürece kattığı etkinin önemli olduğuna işaret etmişlerdir. Bu anlamda uygulanan eğitim sürecinin hem mühendislik alanı ve mühendislere hem de bilim insanlarına olan bakış açısını geliştirdiğini söylemek mümkündür. Fakat benzer eğitimlerin sürekliliği, becerilerin kalıcılığında önemli olduğu düşünülmektedir.

STEM eğitiminin etkililiğini belirleyebilmek için günlük hayata nasıl bir katkısının olacağı sorulduğunda yüzdelerle sırasıyla akademik gelişim, çevre farkındalığı kazanma, mühendislik becerilerinin gelişimi, bilimsel düşünme ve iletişim becerisinin kazanılmasında katkısının olacağını belirttikleri tespit edilmiştir. Eğitimden sonra eğitimde edindikleri bilgi, beceri ve farkındalığı ne derece uygulayabileceklerini belirleyebilmek için güncel hayat problemiyle karşılaştıklarında nasıl bir yol izleyecekleri sorulmuştur. Öğrencilerin %44'ü en fazla üç aşamalı bir yol haritası belirlemiş olduğu, %44'ü "Düşünmek, uygulamak, denemek, olmazsa başka şeyler denemek" şeklinde en az dört aşamalı bir yol haritası çizdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerden birinin yedi aşamalı bir yol haritası çizmesi ve aşamaları belirttikten sonra mühendislik tasarım sürecinde öğrendikleri sıralamayı uygulayacağını belirtmesine şahit olunmuştur. Öğrencilerin güncel hayat problemlerine yaklaşımlarına dair aktardıkları, aldıkları STEM eğitimini ve mühendislik tasarım sürecini anlamlandırdığı yeri ve etkisini gösterdiği düşünülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin eğitim sonunda sahip oldukları bu düşünce oluşturulan biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülünün, uygulanan eğitim sürecinin etkililiğini ve öğrencilere katkısını ortaya çıkarmakta, değerlendirme imkanı vermektedir. Kafiyani, Abdurrahman ve Jalmo, (2020) öğrencilerin STEM eğitimi almasının öğrendiklerini günlük hayatta uygulamalarına destekleyici olduğuna işaret etmeleri konunun önemini vurgular niteliktedir.

Öğrencilere eğitimden sonra farklı bir fikirle karşılaştıklarındaki yaklaşımlarının nasıl olabileceği sorulduğunda %61' "Farklı fikirleri dinleme, kendi fikrini söyleme, en iyisini seçip karar verme" gibi en az üç aşamalı bir yaklaşım sergileyeceklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin tamamına yakını esnek bir yaklaşım sergileme, anlayışla karşılama ve farklı düşüncelere saygılı olma gibi yaklaşımlara vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerde tespit edilen esnek yaklaşım yaratıcılık ve inovasyon, yaratıcı problem çözme, işbirliği ve iletişim becerilerini destekleyen ve geliştiren bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. Nitekim esnek düşünme ya da esneklik alan yazındaki bazı yaratıcılık ölçeklerinin alt boyutlarından biri olarak ele alınmakta, farklı bakış açılarını ve fikirleri yansıtmaya olarak ele alınmakta ve 21. yy.'ın önemli becerileri arasında yer almaktadır (Gök, 2019). O nedenle öğrencilerin esnek bakış açısı kazanmaları, konu,

durum ve problemlere karşı esnek yaklaşım sergilemeleri yaratıcılık becerisinin gelişiminde önemli bir gösterge olduğu düşünülmektedir.

STEM eğitiminin becerilere dönük etkililiğini belirleyebilmek için sorulan sorulardan biri eğitimin hangi becerilerin gelişimini sağladığıdır. Öğrencilerin %89 oranında STEM disiplinlerine yönelik becerilerin gelişmesine ve %39 21. yy. becerilerinin gelişimine katkı sunduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler mühendislik, fen bilimleri, matematik ve sanat becerileri gibi becerilerin gelişmesinden ve hayal etme, işbirliği ve iletişim becerilerinin gelişiminden bahsettikleri görülmüştür. Grup çalışmalarının katkısı sorulduğunda işbirliği, iletişim, bilgi birikimi kazanma ve tasarım becerileri kazanma olarak belirtildiği saptanmıştır. STEM uygulamalarının grup çalışmalarını destekleme ve hayal gücü geliştirme noktalarıyla Pekbay ve diğerleri (2020) çalışma sonuçlarıyla, grup çalışmalarının arkadaşlık ilişkilerini geliştirdiği düşüncesi ile İzgi (2020) çalışmasıyla örtüştüğü görülmektedir. Öğrencilerin grup çalışması sayesinde akranlarından çok fazla öğrendiklerini, birbirlerinden destek aldıklarını ve her zorluğu aştıklarını, grupça çalışmanın önemini görüşmeler sırasında ifade etmişlerdir. Bu durum eğitim süreci ilerledikçe bir probleme yönelik bir öğrenciden birden fazla fikir üretilebilmesi gözlemlenmiş ve uyumlu olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin fikir üretmeleri, üretilen fikirlere şahit olmaları, kendilerinin neleri bildikleri, neleri öğrenebilecekleri ve yapabileceklerini farketmelerini sağladığını görüşmeler sırasında ifade etmişlerdir. Benzer sonuçlara Karşlı Baydere ve Kurtoğlu (2019) yaptıkları çalışmada ulaştıkları tespit edilmiştir. Benzer şekilde Gök (2019) yaptığı çalışmada öğrencilerin STEM eğitiminin yaratıcı düşünme ve psikomotor becerilerin gelişmesine katkı sunduğunu düşündüklerini ve Uzel (2019) STEM etkinliklerinin 21. yy. becerilerinin gelişimine katkı sunduğunu düşündükleri sonucuna ulaşmıştır.

Öğrencilere sunum becerilerinin katkıları sorulduğunda sunum konusunda deneyim kazanma, eksiklikleri farketme ve tamamlama ve bilgi birikimi kazanma olarak ifade ettikleri görülmektedir. Beceriler konusunda öğrenci görüşlerine göre ayrıntılı bakıldığında en çok gelişen becerileri arasında araştırma, tartışma, problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme becerisi, sunum becerilerinin, tasarım ve işbirliği becerilerinin gelişme gösterdiğini belirttikleri görülmektedir. Karaman, (2019) yapmış olduğu çalışmada STEM eğitiminin eleştirel düşünme ve tartışma becerilerinin gelişmesine katkı sunduğuna işaret etmiştir. Kahraman ve Doğan, (2020) ise öğrencilerin işbirliği ve derslere ve etkinliklere karşı motivasyonlarının arttığını belirttikleri tespit edilmiştir. Nitekim çalışma grubu

öğrencilerinin beceri gelişiminde ulaştıkları nokta nicel araştırma bulguları, öğrenci fasikülleri ve yapılan gözlemlerle de desteklenmektedir.

Giriş etkinliklerinin tasarım görevlerine katkısının olup olmadığına ilişkin öğrencilerin %78'i katkısının olduğunu, %17'si kısmen katkı sağladığını düşündükleri görülmüştür. Nasıl katkısı olduğu sorulduğunda yüzdelik sırasıyla akademik gelişim, tasarım düşünce gelişimi, çevre farkındalığı ve yaratıcılık konularında katkı sağladığını belirtmişlerdir. Görüşmeler sırasında öğrenciler eğitimin kendilerine, gelecek yaşamlarına, becerilerine ve yaklaşımlarına etkisi farklı açılardan sorulduğunda çoğunlukla bilişsel gelişimi ilk sırada ifade ettikleri saptanmıştır. Alınan eğitimin en çok bilişsel bilgiyi, sonrasında psikomotor becerileri geliştireceğine ilişkin bakış açısının hakim olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim görüşmeler sırasında sorulan sorulara öğrenciler çoğunlukla *“Bilgim arttı.”*, *“Fen başarım arttı.”*, *“Yazılı notlarım yükseldi.”*, *“Eksikliklerimi tamamladım.”* gibi ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerde tespit edilen bakış açısı yanlış olarak değerlendirilmese de çalışma grubunun okula, sisteme, verilen eğitime ve yapılan uygulamalara bakışını, beklentilerini ve başarı algısını yansıttığı düşünülmektedir.

Öğrencilere mühendislik tasarım sürecinde en eğlenceli buldukları etkinlikler sorulduğunda % 83 oranında tasarım oluşturma ve düzenleme olduğunu belirtmiş, ardından sırasıyla sunum yapma, grup çalışmaları ve yazma etkinlikleri şeklinde belirttikleri tespit edilmiştir. Nedeni sorulduğunda yüzdelik sırasıyla uygulama yapma, birlikte bir şeyleri tartışıp üretme, doğaya ve canlılara katkı sunma, birlikte tartışıp ve üretme, hayali bir şeyi somutlaştırma, eksiklikleri tamamlama ve öz değerlendirme yapabilme ve akıl yürütme ifadelerini içeren görüşler sundukları görülmüştür. Öğrencilerin eğlenceli bulma sebeplerine bakıldığında 21. yy. becerilerinin uygulanmasına işaret eden gerekçeler sundukları saptanmıştır.

Öğrencilere tasarım sürecinde en zorlandıkları bölüm sorulduğunda yüzdelik sırasıyla tasarım öncesi, tasarım sonrası, tasarım sırası temalarına işaret eden ifadeler kullandıkları belirlenmiştir. Öğrencilere zorlandığını düşündükleri bölümde neden zorlandıkları sorulduğunda tasarım öncesi için araştırma, soruları cevaplama ve yazılacaklara karar verme gerektiği için zorlandıklarını belirtmişlerdir. Gözlemler sırasında öğrencilerin tüm davranışlar açısından tam gelişim sağlamadıkları düşünülen aşama, yetenek ve etknliklerden biri, araştırma gereken bölümler olduğunun tespiti, öğrenci görüşleriyle örtüştüğü görülmektedir.

Öğrenciler tasarım sonrası ile ilgili en zorlandıkları bölüm, topluluk karşısında sunum yapma olduğunu belirtmişlerdir. Fakat öğrencilerin en fazla gelişim sağladığı becerilerden biri iletişim becerisi, aktivitelerden biri sunum yapma olarak gözlem ve grup fasikül sonuçları mevcuttur. Bu anlamda öğrencilerin Tasarım 1’de zorlandıklarını gözlemler desteklemektedir. Fakat Tasarım 2 ve Tasarım 3’te gruplar en iyi versiyonunu gerçekleştirdikleri düşünülmektedir. Nitekim 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinden işbirliği ve iletişim beceri boyutunda son test lehine tespit edilen anlamlılık bulgunun nicel bulgularla desteklendiğini göstermektedir.

Öğrenciler tasarım sırası en çok zorlandığı nokta araç-gereçlerin kullanımı olduğunu belirtmişlerdir. Araç-gereç kullanımı dikkat gerektirdiği ve öğrenciler önceden kullanımını bilmedikleri için gözlemler sırasında da benzer bulgular tespit edilmiştir. Özellikle öğrenciler STEM uygulamaları başlangıcında etkinlik ve tasarım sürecinde oldukça zorlandıkları hem gözlem verileri hem de etkinlik kağıdı incelemeleri sırasında tespit edilmiştir. Benzer sonucu Güneş Varol, (2020) ve Kafiyani, Abdurrahman ve Jalmo, (2020) çalışmalarında öğrencilerin en çok zorlandıkları durumlar tartışma, tasarım ve sunum bölümleri olarak belirtildiği tespit edilmiştir. Bu durumun öğrencilerin daha önce benzer bir yaklaşımla eğitim almamalarına bağlanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamaları ile eğitim almamasının STEM’i günlük hayatta kullanmada zorlanmalarına sebep olabileceği belirtilmiştir. O nedenle STEM uygulamalarının sınıflarda artırılması gerektiği vurgulanmıştır. Aynı şekilde Gök (2019) çalışmasında öğrencilere tasarım sürecinde en çok zorlandıkları bölümü sormuş öğrencilerin çoğu prototipin oluşturma, fikir üretme ve çizim yapma aşamalarında zorlandıklarını belirttikleri ifade edilmiştir. Bu anlamda araştırma bulgularının Gök (2019) görüşme bulguları ile kısmen örtüştüğü görülmektedir. Çünkü yapılan çalışmada öğrenciler prototipin oluşturma, fikir üretme ve çizim yapmaya ek olarak araştırma yapma, yazma, sorgulama ve sunum yapma bölümlerinde zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilere uygulanan mühendislik tasarım süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla tasarım görevlerinde en çok fikir ve çözüm üretebildikleri tasarım görevinin hangisi olduğu sorulduğunda T3 (Arı Oteli Tasarım Görevi) olarak belirtmişlerdir. Akabinde sırasıyla T2 (Kuş Evi Tasarım Görevi) ve T1 (Tohum Kutusu Tasarım Görevi) şeklinde belirtilmiştir. Nedeni sorulduğunda yüzdelerle sırasıyla yeterli bilgi birikimi, istek-ile ilgili olma, deneyimli olma ve grup desteğinden dolayı şeklinde ifade ettikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilişsel, psikomotor veya duyuşsal alanlardan bir

veya birden fazla alanda kendini yeterli hissetmesi tasarım görevleri veya uygulamalar sırasında daha fazla sayıda fikir üretebildiklerini göstermektedir.

Öğrencilere uygulanan mühendislik tasarım sürecinde tasarım görevlerinden en kolay gelen tasarım görevinin hangisi olduğu sorulduğunda yüzdelerle sırasıyla kuş evi ve tohum kutusu ifadeleri kullanıldığı fakat arı otelinin hiçbir öğrenci tarafından ifade edilmediği tespit edilmiştir. Son tasarım olmasına rağmen arı oteli yapım sürecinin öğrencilere kolay gelmemesinin süreç içerisinde öğrencilerin bilgi, deneyim ve farkındalıklarının artmasından dolayı olabileceği düşünülmektedir. Yapılması kolay gelen tasarım görevlerinin kolay gelme nedeni sorulduğunda kolay olması, deneyimli olunması, tasarımın yapılma şekli ve grup desteğinin olması şeklinde açıklanmıştır.

Son olarak öğrencilere oluşturulan tasarımlar ve süreçle ilgili genel fikirleri sorulduğunda %67'si güzel bulduklarını, %22'si kısmen güzel bulduklarını, %11'i ise nötr olduklarını belirttikleri tespit edilmiştir. Öğrenci görüşlerine genel olarak bakıldığında mühendislik tasarım sürecine göre uygulanan STEM uygulamaları hakkında olumlu düşündükleri, öğrencilerin STEM alanlarına karşı ilgi ve motivasyonlarının arttığı, tasarım ve el becerilerinin, işbirliği ve iletişim, yaratıcılık ve problem çözme becerilerinin geliştiğini, bilgilerinin ve çevreye karşı duyarlılıklarının arttığını belirtmişlerdir. Araştırma, yapma, tasarım yapma, fikir üretme, sunum yapma, beraber çalışmayı öğrendiklerini, öğrencilerin STEM eğitimi uygulamalarına yönelik davranış ve tutumlarında olumlu gelişme olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca STEM uygulamalarını fen derslerine göre daha eğlenceli bulduklarını, sürenin daha uzun olması gerektiğini belirttikleri belirlenmiştir. Bu yönüyle araştırma bulgu ve sonuçları Güneş Varol, (2020) çalışmasında yer alan öğrenci görüşleri ile birebir uyduğu görülmüştür. Güneş Varol, (2020) çalışmasında öğrenciler herhangi bir olumsuz durumdan bahsetmezken, yapılan çalışmada dikkatli araç-gereç kullanma zorunluluğu, yazma bölümleri ve tasarım sınırlamaları olumsuz durum olarak belirtildiği tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında öğrencilerin mühendislik mesleğine, hayata, çevreye ve güncel hayat problemlerine bakış açılarının değiştiği, bazı öğrencilerin mühendislik mesleğini seçmeye karar verdiklerini, bazılarının mühendislik mesleğini yapma konusunda kendilerinden emin olduklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bu açıdan çalışma sonuçları Acar (2018) Ercan (2014), Gündüz Bahadır (2020) ve İzgi (2020) yapmış oldukları çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Ayrıca Ercan (2014) çalışmasında bazı öğrencilerin mühendislik mesleğini düşünmekten vazgeçtikleri sonucunu paylaşmış, yapılan çalışmada böyle bir görüşe rastlanmamış fakat eğitim öncesinde mühendislik haricinde başka bir meslek seçmeyi düşünen bazı öğrencilerin aldıkları eğitimin meslek

seçimlerinde bir etki yaratmadığı, önceki meslek seçimlerinde kararlı olduklarını belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin STEM uygulamalarının derslerde uygulanması ile ilgili olumlu düşünceler edindikleri ve bu durumun alan yazınla uyumlu olduğu yapılan çalışmalarda da (Acar, 2018; Akar ve Yadigaroglu, 2021; Alparslan, 2021; Bozkurt Altan ve Karahan, 2019; Ceylan, 2014; Ercan, 2014; Eroglu ve Bektaş, 2016; Gülhan ve Şahin, 2018; Güneş Varol, 2020; Kahraman ve Doğan, 2020; Kuvaç, 2018; Okulu, 2019; Öztürk ve diğ. 2019; Pekbay, 2017; Uzel, 2019; Yavuz, Hasançebi ve Yeşildağ Hasançebi, 2020; Yıldırım, 2016) ortaya koyulmuştur.

STEM uygulamalarının ve mühendislik tasarım sürecinin uygulandığı bir modül uygulamak öğrencilerde bilişsel becerilerini, 21. yy. becerilerini, fen derslerine ve tasarım yapmaya karşı ilgi ve motivasyonlarını artırdığı, dünyaya, hayata, çevreye ve kendilerine karşı bir anlayış geliştirdikleri uygulanan ölçekler, gözlemler ve görüşmelerle tespit edilmiştir. Benzer şekilde Doppelt ve diğerleri (2008) yapmış oldukları çalışmada tasarım tabanlı öğrenmenin öğrencilerde fen başarılarını, fen dersine olan ilgilerini, tasarım faaliyetlerinde derinlemesine deneyimlerini ve bilim anlayışı geliştirmelerini sağladığını tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Elde edilen sonucun literatürle benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Tüm nicel ve nitel veri toplama aracı bulgu ve sonuçları ışığında çalışma grubu olarak belirlenen beşinci sınıf öğrencilerinin geliştirilen biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü ve uygulanan eğitim sınırında 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerinin, yaratıcı problem çözme becerisinin, bilişsel alan becerilerinin, mühendislik tasarım süreci ve SOY yetenek davranışları açısından gelişim gösterdiklerini, olumlu düşünce geliştirdiklerini söylemek mümkündür. STEM eğitiminin uygulandığı çalışmalarda, disiplinlerin birbiriyle bütünleştirilmesi farklı becerilerin kazandırılmasında etkili olduğu söylenebilir (Gencer, 2017).

5.3. Öneriler

STEM uygulamaları ile ilgili öneriler: Son yıllarda STEM eğitiminin revaçta olması ile birçok STEM uygulaması alan yazına dahil edildiği görülmektedir. Fakat STEM uygulamalarının öğrenci profiline, öğretmen yeterliliklerine ve okul şartlarına göre uygulanabilirlikleri farklılık göstermektedir. O nedenle aynı konularda birbirinden farklı tasarım görevlerinin üretilmesi, farklı okulların, farklı öğrenci profillerinin ve farklı öğretmen yeterliliklerine hitap eden örneklerin artırılması, yaklaşımın uygulanabilirliğini

artıracağı düşünülmektedir. Örneklerin artması, öğretmenlerin uygulama havuzunu artıracağı için öğretim programında benimsenen yaklaşımların işlevsel olmasında, öğrencilere hedeflenen becerilerin ve anlayışın kazandırılmasında önemli bir adım olacağı düşünülmektedir. Falloon ve diğerleri (2019) çalışmasında örnek STEM uygulamalarının okullarda nasıl uygulanabileceği ile ilgili somut örnekler oluşturduğuna fikir belirttiği görülmektedir. Başka bir açıdan okullarda STEM uygulamalarının uygulanabilirliğinin artması için yaygın öğretmen eğitimleri, okullara araç-gereç desteği sağlanması gerektiği düşünülmektedir.

Eğitim öğretim ortamlarında disiplinlerarası bir yaklaşım olan STEM eğitiminin uygulanabilirliğinin artması eğitim ortamlarındaki bütünsel SOY'un gelişimini artırabileceği düşünülmektedir (Falloon ve diğ., 2019). Ayrıca beraberinde SOY bireyin toplumsal, ekonomik ve kişisel ihtiyaçlarının karşılanması bağlamında (Zollman, 2012) bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin gelişimi kapsamında 21. yy. becerilerinin de gelişimini sağlayacağı düşünülmektedir. Kanadlı (2019) yapmış olduğu metaanaliz çalışmasında benzer şekilde STEM eğitimi uygulamalarının öğretmenler tarafından artırılması gerektiği, öğretmenlere materyal desteği sağlanması gerektiği ve öğretmenler için mesleki gelişim programlarının artırılması gerektiği vurgulandığı görülmektedir.

Eğitim süreci uygulamaları ile ilgili öneriler: Eğitim uygulamaları sırasında dersler video çekimi ile kayıt altına alınmış, gözlemci notları ve fotoğraf çekimleri gerçekleştirilmiştir. Fakat grup içi diyaloglar ve öğrencilerin düşünce yapılarının tasarımlara göre değişimi derinlemesine ve ayrıntılı analiz edilememiştir. Bunun için her gruba video çekimi için kamera teknik desteği sağlanması veya 2 gruba bir kamera teknik desteği sağlanması öğrencilerin gelişimlerine yönelik ayrıntılı fikir sahibi olabilmek için daha elverişli bir ortam oluşturacağı düşünülmektedir. Yapılan araştırmada bireysel görüşmelere yer verilmiştir, verimli görüşmeler yapılmıştır fakat görüşmeler grubun görüşlerini takip etmek açısından odak grup görüşmesi şeklinde de planlanabileceği düşünülmektedir. Biyoçeşitlilikle ilgili modül ve tasarım oluştururken MEB'e bağlı birçok okulun uygulayabilme hedefi gözetilmiştir. Fakat farklı bilgisayar programları ile çalışmaya teknoloji boyutunun kuvvetlendirilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerdeki duyuşsal gelişimleri tespit edebilmek için alan yazından geliştirilmiş ölçekler veya envanterler kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Paralel eğitimler ile ilgili öneriler: Biyoçeşitlilik konusu öğretim programlarında tam olarak canlıların birbirinden farklılıklarını farketme şeklinde anasınıfı seviyesinde, ilköğretim 5. sınıf seviyesinde, 7. sınıf düzeyinde (kısmen) ve 10. sınıf seviyesinde yer

almaktadır. Her öğretim kademesinde aşamalı olarak yer verilmesi, farkındalık kazandırmak ve biyoçeşitliliğin maruz kaldığı gerçek hayat problemlerinin çözümüne yönelik öğrencilere deneyim kazanmaları için ortam sağlamak gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca üniversite düzeyinde yer alan ders planlamalarının öğrenci bilgisini artırmanın yanında bir adım daha ileriye gitmesi, çözüme yönelik uygulamalar üretme çalışmalarına doğru yönelmesi gerekmektedir. Bu nedenle oluşturulan biyoçeşitlilik STEM eğitimi modülü, mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü çalışmalar ve veri toplama araçları ilköğretim 7. sınıf ve ortaöğretim 10. sınıf düzeyi öğrencilerine ve üniversite düzeyinde öğretmen adaylarına uygulanabileceği düşünülmektedir.

Öğretim programı revizyonu ile ilgili öneriler: 2018 5. sınıf fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde yaklaşım olarak STEM eğitiminin benimsendiği net bir şekilde belirtilmediği, okuryazarlık türü olarak fen okuryazarlığına değinildiği görülmektedir. Fakat öğretim programına (MEB, 2018a) bakıldığında her ünite sonuna fen, matematik ve mühendislik uygulamaları etkinliği yerleştirilmesi, yıl sonu sergisi hedefi, belirlenen bölümler için bütüncül bakış açısı hedefi ve STEM eğitiminin bariz etkisi görülmektedir. O nedenle öğretim programı revizyonları sırasında yaklaşım olarak STEM eğitime, STEM eğitiminin öğrencilerde kazandırmaya çalıştığı bütüncül bakış açısına, çok disiplinli anlayış geliştirme açısından SOY'a vurgu net bir şekilde ele alınıp programa dahil edilmelidir. Böylece STEM uygulamalarının sistemde ve öğretmenler arasında yaygınlaştırılması artırılabilirliği düşünülmektedir.

Okullarda eğitim ortamları STEM eğitime uyumlu hale getirilebileceği yapılan çalışmada da deneyimlenmiştir. Yapılan araştırmada bir tasarım için mühendislik tasarım süreci ortalama 16 saatlik planlar üzerinden bir dönemde 3 tasarım görevi oluşturulmasına yardım edebileceği tespitinden yola çıkarak her sınıf seviyesinde dönemlik konu temaları (Fizik-Kimya-Biyoloji alanından birer tasarım gibi) belirlemekle başlanabilir. 5-6. sınıflarda mühendislik tasarım döngüsü, 7-8. Sınıflarda mühendislik tasarım süreci (NASA 2015 vb.) süreci takip edilebileceği, süreç değerlendirme, özet değerlendirmelerle süreç tamamlanabileceği öngörülmektedir. Nitekim ilköğretim öğretim programında teknoloji-tasarım, matematik uygulamaları ve bilim uygulamaları, seçmeli dersler olarak yer almakta ve özellikle 6-7-8. sınıflar tarafından bu dersler seçilmektedir. Toplamda haftalık ders saati olarak belirtilen derslerin süresi 6 ders saati (STEM uygulamaları için ilköğretim seviyesinde yeterli bir süre) yapmaktadır. Seçmeli derslerin birleştirilerek STEM dersine çevrilmesi, bu ders kapsamında STEM uygulamalarına yer verilmesi ve derse giren öğretmenlerin tasarım sürecinin akışına göre beraber ya da dönüşümlü süreci yürütmesi

sağlanabileceği düşünülmektedir. Konu alanı ya da gerçek hayat probleminin kapsamına göre bilişim, görsel sanatlar, sosyal bilgiler, din kültürü ve ahlak bilgisi, müzik dersleri öğretmeleri de destek vermesi sağlanabilir. Aynı zamanda sınav kaygısı yaşayan veli, öğrenci, öğretmen ve idari yapılar açısından fen bilimleri, matematik, bilişim teknoloji derslerinin iç planlaması korunmuş olacağı, hem de öğretim programında STEM uygulamalarına, STEM eğitime kolaylıkla yer verilmesi sağlanmış olacağı öngörülmektedir. Böylece 21. yy. bireylerinin 21. yy.'a uyum sağlaması, 21. yy. becerilerine, üst düzey düşünme becerilerine, bütüncül bakış açısı ve anlayış kazanmalarına, gelecekteki nitelikli iş gücü potansiyelini oluşturmalarına alt yapı ve kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

STEM uygulamaları ölçme değerlendirme ile ilgili öneriler: Uluslararası TIMSS ve PISA tipi sınavlarda dünya ülkeleri arasında ön sıralarda yer alabilmek, ülkenin gelişmişlik düzeyini artırabilmek için eğitim uygulamaları ve ölçme değerlendirme yöntemlerinin uyumlu ilerlemesi gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle öncelikle ders kitaplarının konu sonu değerlendirme soruları, farklı becerilerin ölçülmesine dönük, açık uçlu soruların da yer aldığı çeşitli soru tiplerinden oluşturulması gerektiği, her konuya ait değerlendirme bölümü sorularının geçerlik güvenirlik çalışmalarının yapılmış ve sonuçlandırılmış şekilde ders kitaplarında yer verilmesi gerekmektedir. Dersler için soru bankaları oluşturan soru yazarının soru tipleri ve yazma konularında eğitime alınması, mümkünse oluşturdukları soruların geçerlik ve güvenirlik çalışmalarının yapılmış olması, şuan uygulamada olduğu gibi Milli Eğitim Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu beceri temelli sorulardan oluşan ek çalışma kağıtları ile okullara destek vermesi gerekmektedir. Ayrıca 2023 yılında uygulamaya alınan ders sınavlarının MEB tarafından tek bir kaynaktan yapılması, soruların becerilere dönük, bağlam temelli geçerlilik güvenirlik çalışmalarının yapılmış olması ve uygulamaların devamlılığı gerekmektedir. Böylece Çepni'nin (2016) vurgulandığı gibi hedeflenen öğretim programı, uygulanan öğretim programı ve ortaya çıkan öğretim programı arasındaki farkların azalması, makasın daralması beklenmektedir. Bu uygulamaların sonucunda hedeflenen ve uygulanan öğretim programları arasındaki farkın azalması ve TIMSS, PISA gibi uluslararası sınavlarda başarının artması beklenmektedir.

Ünite sonlarına yerleştirilen fen ve mühendislik uygulamalarının sınıf ortamlarında öğretmen ve öğrencilerle birlikte yerine getirilmesine, ev ödevi şeklinde verilmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü fen ve mühendislik uygulamaları alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerine uyumlu, öğrencilerin süreç içerisinde çalışırken araştırma sorgulama yapabilecekleri, herhangi bir konuda yoğunlaşp

derinleşebilecekleri, düşünce ve anlayış geliştirebilecekleri bütüncül bir süreçtir. Bu konuda okullara maddi destek ve ortam sağlanması ile birlikte öğrencilerin fen başta olmak üzere STEM disiplinleri ve ilgili diğer disiplinleri öğrenmeye istekli, motivasyonu yüksek, olumlu tutumlar geliştirmiş, duyuşsal anlamda yetiştirilmiş, hedef becerilere sahip okuryazar bireyler yetişmesi sağlanmış olması beklenmektedir. Sonucunda nitelikli birey, nitelikli toplum, ekonomik olarak güçlü bir devlet hedefine ulaşma yolunda önemli bir adım olarak düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, D., (2018). *STEM eğitiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi*. (Kayıt No. 527233). [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Adıgüzel-Ulutaş, M., Elmas, R., Karakaya, F. ve Yılmaz, M. (2023). Türkiye’de yapılan STEM eğitimi yaklaşımı çalışmalarının mühendislik tasarım süreci uygulamaları bağlamında incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, TEBD, 21* (2), 1111-1130. <https://doi.org/10.37217/tebd.1294562>
- Afriana, J., Permanasari, A. ve Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to STEM to enhance elementary school’s students scientific literacy. *Journal Pendidikan IPA Indonesia, 5* (2), 261-267. <http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii>
- Ahi, B. (2017). Okulöncesi dönemde çevre eğitimi. H. Ş. Ayvacı ve S. Ünal (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Okul Öncesinde Fen Eğitimi* (s. 346-376) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Akar, H., ve Yadigaroglu, M. (2021). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) temelli etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin madde ve değişim ünitesindeki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23* (1), 57-81. <https://doi.org/10.17556/erziefd.656886>
- Akbulut, A., (2022). *Fen bilimleri ders kitaplarında yer alan fen ve mühendislik uygulamaları içeren etkinliklerin mühendislik tasarım sürecine göre incelenmesi*. (Kayıt No. 641677). [Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Akbulut, H. İ. ve Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir? İlköğretim 7.sınıf kuvvet ve hareket ünitesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2* (1), 18-44.
- Akdağ, E., (2022). *STEM temelli lego-robot etkinliklerinin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin mühendislik algılarına, 21.yy becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Kayıt No. 741654). [Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Allen, G. (2012), Evidence for Practice. *AORN Journal, 95*: 824-830. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2012.04.006>
- Alp, G. (2019). *Scratch programı ile web destekli işbirlikli öğrenme yönteminin ilkökul 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerine ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi*. (Kayıt No. 543479). [Yüksek Lisans Tezi Bursa Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Altınpulluk, H. and Yıldırım, Y. (2021). Examination of 21st-century skills researches published between 2010-2019. *Anadolu Journal of Educational Sciences International, 11* (1), 438-461. doi: 10.18039/ajesi.734426

- Altınpulluk, H., ve Yıldırım, Y. (2020). 2010-2019 yılları arasında yayınlanan 21. yüzyıl becerileri araştırmalarının incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 438-461. <https://doi.org/10.18039/ajesi.734426>
- Arduç, M. A. (2023). *Sosyobilimsel konuların öğretiminde argümantasyon etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin fen okuryazarlığı, sosyobilimsel konulara yönelik tutumları, eleştirel düşünme eğilimleri ve karar verme becerilerine etkisi*. (Kayıt No. 829930). [Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Asal Özkan, R., ve Sarıkaya, R. (2023). Mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerinin dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 55, 154-167. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1208412>
- Aydın Günbatar, S., Ekiz Kıran, B. ve Öztay, E. S. (2022). Fen eğitimine mühendislik entegrasyonu. E. Kızılay ve M. Çevik (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi* (s. 169-210) içinde. Ankara. Eğiten Kitap.
- Aydın, B. B. ve Coşkun Y. D. (2016). The relationship between math achievement motivation and reflective thinking skills towards problem solving. *Edu 7: Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5 (7), 12-28. <http://dergipark.org.tr/edu7/issue/35792/400669>.
- Aydın, E. ve Karlı Baydere, F. (2023). “Basit Makineler” konusunda mühendislik tasarım sürecine göre geliştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkileri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 14, 121-154.
- Aydın, E. ve Çorlu, M. (2016). An investigation of the factors affecting innovation perceptions of mathematics, science and social sciences teacher candidates. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 4, 255-259. <https://dergipark.org.tr/pub/epess/issue/30322/334044>
- Aydın, E., ve Karlı Baydere, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 38 (1), 35-52 <https://doi.org/10.7822/omuefd.439843>
- Aydın-Gunbatar, S. (2018). Designing a process to prevent apple’s browning: A STEM activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 8 (2), 99-110.
- Aydın-Gunbatar, S., Tarkin-Celikkıran, A., Kutucu, E. S., and Ekiz-Kıran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers’ content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 954-972. doi: 10.1039/c8rp00128f
- Aydoğdu, B., Kazancı E., Kurban, A., Karabacak, H., Savaş, M. ve Gürel, Ş., (2023). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: bekleme yapma etkinliği. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 6 (2), 63-74 doi: 10.47477/ubed.1171258

- Bakırcı, H., (2021). Eleştirel düşünme becerisi. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 307-324) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Bakırcı, H., Kahraman, F. ve Artun, H. (2020). Ortak bilgi yapılandırma modelinin biyoçeşitlilik konusunda beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 3 (1), 51-64.
- Bal İncebacak, B. ve Ersoy, E. (2018). Ortaokul öğrencilerinin yaratıcı problem çözme becerileri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12 (1), 1-24. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437352>
- Barak, M (2013). Impacts of learning inventive problem-solving principles: students' transition from systematic searching to heuristic problem solving. *Instructional Science*, 41 (4), 657–679.
- Baran, E., Bilici, S.C., Mesutoglu, C. ve Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4, 9-19.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., and Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4 (1), 9-19.
- Baran-Bulut, B., İpek, A. S. ve Aygün, B. (2018). Yaratıcı problem çözme özellikleri envanterini Türkçeye uyarlama çalışması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 1360-1377. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.18.39790-430909>
- Barker, B., Nugent, G., Grandgenett, N., Keshwani, J., and Nelson, C. (2018). *Developing an elementary engineering education program through problem-based wearable Technologies Activities*. In K-12 STEM Education: Breakthroughs in Research and Practice (pp. 29-55). IGI Global.
- Barrett, B.S., Moran, A.L. and Woods, J.E. (2014). Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *IJ STEM Ed 1*, 6. <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-6>
- Başduvar, A., Gök, G. and Gök, A., (2023). An investigation of the middle school science textbooks in terms of creative thinking and critical thinking skills. *Journal Of Advanced Education Studies İleri Eğitim Çalışmaları Dergisi (EJAES)*, 5 (2): 264-287. doi: 10.48166/ejaes.1366388.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara. ÖSYM Yayınları.

- Bayraktar, V., (2019). 21. yüzyıl becerisi olarak işbirliği. E. Ömeroğlu ve H. Şahin (Ed.), *21. Yüzyıl Çocuklarının Eğitimi: 6C Modeli* (s. 15-48). Ankara. Eğiten Kitap.
- Belet Boyacı, D. ve Güner Özer, M. (2019). Öğrenmenin geleceği: 21. yüzyıl becerileri perspektifiyle türkçe dersi öğretim programları. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9 (2), 708-738.
- Bircan, M.A., (2019). *STEM eğitimi etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. Yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi*. (Kayıt No. 600567). [Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Bolatlı, Z. ve Korucu, A. T., (2018). Secondary school students' feedback on course processing and collaborative learning with web 2.0 tools-supported STEM activities. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 456-478. doi: 10.14686/buefad.358488
- Bozkurt Altan, E. ve Karahan, E., (2019). Tasarım temelli fen eğitimine yönelik öğrenci ve öğretmen değerlendirmeleri: ısı yalıtımı ülke kazanımı etkinliği. *İlköğretim Online*, 18 (3), (s.1345-1366). <http://ilkogretim-online.org.tr/> doi:10.17051/ilkonline.2019.612575
- Bozkurt Altan, E., (2017a). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM-STEM). G. Hastürk (Ed.), *Teoriden Pratiğe Fen Bilimleri Öğretimi* (s. 354-393) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Bozkurt Altan, E., (2017b). Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM^{+A}_{+E} Eğitimi* (s. 165-202) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H. ve Buluş Kırıkkaya, E., (2016). STEM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 6 (2), 212-232.
- Breiner, M.J., Harkness, S.S., Johnson, C.C. ve Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of stem in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112 (1) s. 3–11.
- Bülbül, M. Ş. ve Sözbilir, M. (2017). Engelsiz STEM eğitimi. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM^{+A}_{+E} Eğitimi* (s. 511-540) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). Sınavlar üzerine düşünceler. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 345-357.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2010). *Sosyal bilimler için istatistik* (5.baskı). Ankara. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bybee, R.W. (2010). *Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and Engineering Teacher*, 70 (1), 30-35.

- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Can, B., Savran Gencer, A., Yıldırım, C. ve Bahtiyar, A. (2016). *Fen öğretiminde probleme dayalı öğrenme. 5., 6., 7. se 8. sınıf kazanımlarına yönelik senaryo etkinlikleri*. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Canbazoğlu, H. B., ve Tümkaya, S. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) tutumlarının çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 11 (1), 188-209.
- Cavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1 (1), 12-22.
- Cavaş, P. ve Cavaş, B. (2018). STEM eğitiminde mühendislik uygulamaları. D. Akgündüz (Ed), *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi* (s.113-131) içinde. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. (Kayıt No. 372224). [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Chamrat, S., Manokarn, M., and Thammapruteep, J. (2019). *STEM literacy questionnaire as an instrument for STEM education research field: Development, implementation and utility*. *AIP Conference Proceedings*. 2081 (1), 030013.1-9.
- Chen, S.-K., Yang, Y.-T.C., Lin, C. P and Lin, S. S. J., (2022). Dispositions of 21st-century skills in STEM programs and their changes overtime. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 1363–1380. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10288-0>
- Cingöz, A., (2023). *Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21.yy becerileri açısından incelenmesi*. (Kayıt No. 811432). [Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. and Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113 (5), 215–226.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). Sage Publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Creswell, J. W. (2014). *Araştırma desenleri: Nitel nicel ve karma yöntem yaklaşımları*. (Çev. S.B. Demir). Ankara: Eğiten Kitap.

- Creswell, J. W. (2006). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. London: Sage Publications.
- Cropley, A. J. (1997). Fostering creativity in the classroom: General principles. In M. A. Runco (Ed.), *The Creativity Research Handbook* (p. 14). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30 (3), 11-17.
- Çakır, B., (2020). *Ortaokullarda kodlama eğitiminin öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve bilişüstü farkındalıklarına etkisi*. (Kayıt No. 649570). [Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Çepni, S. (2016). *PISA ve TIMSS mantığını ve sorularını anlama*. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Çepni, S. ve Sarıoğlu, S. (2021). Beceri nedir ve neden önemlidir? Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 1-14) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Çepni, S.ve Ormancı, Ü. (2017). Geleceğin Dünyası. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM^{+A}_{+E} Eğitimi* (s. 1-52) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Çevik, M. (2021). Sosyobilimsel konular ve STEAM (Stem+Art). A. Yenilmez Türkoğlu ve D. Karışan (Ed.), *Sosyobilimsel Konular* (s.171-198). Ankara. Eğiten Kitap.
- Çevik, M. and Senturk C. (2019). Multidimensional 21st century skills scale: Validity and reliability study. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. 14 (1), 011–028.
- Çevik, M., Şentürk, C. ve Abdioğlu, C. (2019). *STEM'den STEM⁺'ya teori ve uygulama*. Ankara. Eğiten Kitap.
- Çil, E. ve Çepni, S. (2017). STEM eğitiminde ölçme değerlendirme. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM^{+A}_{+E} Eğitimi* (s. 541-592) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Çorlu, S. ve Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul. Pusula Yayıncılık.
- Davies, D. ve McGregor, D. (2020). *Yaratıcı fen öğretimi*. Ö.K. Doğan, Ç.H. Tosunoğlu ve O.A. Özdemir (Çev.). 1. Baskı. İstanbul. Yeni İnsan Yayınevi. s. 253
- De Gruijter, D. N. and van der Kamp, L. J. Th. (2008). *Statistical test theory for the behavioural sciences*. New York: Chapman and Hall/CRC.
- Deliktaş, S., Ertuğrul, E. ve Topçu, M.S. (2020). Sosyobilimsel konuların öğretiminde medyanın rolü. M. Genç (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Sosyobilimsel Konular* (s. 259-288). Ankara. Nobel Yayıncılık.

- Demir, A. ve Kaymakçı, S., (2021). Beceri öğretimi. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 35-56) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Deniş Çeliker, H. (2021). Yaratıcı düşünme becerisi. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 277-306) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- DeVellis, R. F. (2006). Classical test theory. *Medical Care*, 44 (11, Suppl 3), S50–S59. <https://doi.org/10.1097/01.mlr.0000245426.10853.30>
- Di Chang, D., Gwo-Jen Hwang, G J., Shao-Chen Chang, S-C. and Wang, S-Y., (2021). Promoting students' cross-disciplinary performance and higher order thinking: a peer assessment-facilitated STEM approach in a mathematics course. *Education Tech Research Dev.* 69:3281–3306 <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10062-z>
- Dinç Bilgin, S. ve Zorlu, Y., (2023). “Saf madde ve karışımlar” ünitesinde 2d ve 3d teknoloji destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve 21.yüzyıl becerilerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.* 25 (4), 601-616. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1302334>
- Dinel-Ekici, D. (2022). Bilimin doğası ve sosyobilimsel konuların öğretimi. B. Aydoğdu ve N. Y. Duban (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi* (s.21-48) içinde. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Doğan, H., (2020). *Beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi.* (Kayıt No. 631382). [Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Dolmaz, M. ve Kaya, E. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin yaratıcı yazma becerileri ve dilsel becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilgilerde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 2 (1), 22- 41.
- Doppelt, Y., Matthew M. M., Schunn, C. D., Silk, E. and Krysinski, D., (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context . *Journal of Technology Education.* 19 (2), 22-39.
- Durak, Benzegül ve Topçu, M.S. (2020). Sosyobilimsel konular ve STEM eğitimi. M. Genç (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Sosyobilimsel Konular* (s. 397-411). Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Durmaz, H. ve Seçkin Karaca, H. (2019). Sosyobilimsel konulara dayalı fen eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin sosyobilimsel konulara bakış açıları, bilimsel ve yansıtıcı düşünme becerileri üzerine etkisi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 4(1), 21-49.
- Durukan, E. ve Satılmış, S. (2021). 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve yaratıcı yazma becerileri arasındaki ilişki. *Kuram ve Uygulamada Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (1), 53-70. Doi: 10.48066/kusob.859130

- Erbil, D. G., Yılmaz, E., Şentürk, C., Çevik, M., and Abdioğlu, C. (2022). Bir bilim kampının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve bilim kavramına bakış açılarına etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10 (2), 321-352. <https://doi.org/10.56423/fbod.1142666>
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*. (Kayıt No. 372246). [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Ercan, S. and Şahin, F. (2015) The Usage of Engineering Practices in Science Education: Effects of Design Based Science Learning on Students' Academic Achievement. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 9 (1), 128-164.
- Ercan, S. ve Bozkurt, E. (2013). Expectations from engineering applications in science education: Decision-making skill. *IOSTE Eurasian Regional Symposium and Brojerage event Horizon 2020*, Antalya, Turkey.
- Eren, E. ve Dökme, İ. (2022). Fen eğitiminde kullanılan STEM uygulamalarının değerlendirilmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 669-681. <https://doi.org/10.21666/muefd.1080617>
- Ergun, M. (2022). Fen öğretiminde disiplinlerarası ölçme ve değerlendirmeye yeni bir bakış. H. Ş. Ayvacı ve M. Ergun (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi* 8 (s.286-306) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi*. (Kayıt No. 533367). [Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Eroğlu, S., ve Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4 (3), 43-67.
- Falloon, G., Hatgizianni, M., Bower, M., Forbes, A. ve Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: a framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 369-385. doi: <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09823-x>
- Firdaus, A. R., and Rahayu, G. D. (2019). Effect of STEM-based learning on the cognitive skills improvement. *Mimbar Sekolah Dasar*, 6 (2), 198-207. doi:10.17509/mimbar-sd.v6i2.17562
- Gencer, A. S. (2017). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5 (1), 1-19.
- Genç, M. (2020). Sosyobilimsel konular ile bilim-tutum ilişkisi. M. Genç (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Sosyobilimsel Konular* (s. 1-14) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.

- Göçen, G. (2018). Öğretmenlerin yaratıcı yazma tekniklerine yönelik değerlendirmeleri: Bir eylem araştırması. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9 (16), 625-677. doi: 10.26466/opus.487130
- Gök, B., (2023). *Mühendislik tasarım sürecine dayalı bilimsel oyuncak tasarımı etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerileri algılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Kayıt No. 610572). [Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin STEM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 25-40. Retrieved from <http://dergipark.org.tr/aleg/issue/27459/285451>
- Görmez, E. (2018). İlkokul sosyal bilgiler programı ile okul, meslek ve sivil yaşam (C3) çerçeve programında yer alan kazanımların karşılaştırılması. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*. 33 (3): 565-580. doi: 10.16986/HUJE.2017032925
- Gözüm, A.İ.C., (2019). 21. yüzyıl becerisi olarak yaratıcılık. E. Ömeroğlu ve H. Şahin (Ed.), *21. Yüzyıl çocuklarının eğitimi: 6C modeli* (s. 88-122). Ankara. Eğiten Kitap.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H.-H., Roehrig, G. and Moore, T. (2014). A high-quality professional development for teachers of grades 3-6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114 (3), 139–153.
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Kayıt No. 473101). [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 602-620.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15 (3), 1675-1699. doi:10.14687/jhs.v15i3.5430
- Gündüz Bahadır, E. B., (2020). *6. sınıf fen bilimleri dersinde stem uygulamalarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi (Analyzing the practices of stem in the 6th grade science course in terms of the different variables)*. (Kayıt No. 656506). [Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Güneş Varol, D., (2020). *Tasarım temelli STEM eğitimi etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, STEM'e yönelik tutumlara ve STEM meslek ilgisine olan etkisinin belirlenmesi*. (Kayıt No. 643390). [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Hacıoğlu, Y. ve Dönmez Usta, N. (2020). Digital game design-based STEM activity: biodiversity example. *Science Activities*, 57, 1-15. <https://doi.org/10.1080/00368121.2020.1764468>

- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. and Kavak, N. (2016). Pre-service science teachers' cognitive structures regarding science, technology, engineering, mathematics (STEM) and science education. *Journal of Turkish Science Education*, 13 (3), 88-102.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. and Tatham, R. (2006) *Multivariate data analysis*. 6th Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Harari, Y.N. (2018). *21. Yüzyıl için 21 ders*. S. Sıral (Çev.). 8. Baskı. İstanbul. Kolektif Kitap. 2020. s.128
- Hasanah, U., (2020). The impacts of STEM instruction on strengthening high school students' reasoning skills. *Science Education International* 31 (3), 273-282 <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i3.6>
- Hastürk, G. (2017). Fen bilimleri dersi öğretim programı. G. Hastürk (Ed.), *Teoriden Pratiğe Fen Bilimleri Öğretimi* (s. 1-31) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Hebecci, M.T. (2019). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve tutumlarına yönelik etkisi. (Kayıt No. 556449). [Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Honey, M., Pearson, G., and Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in k-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. (31-50). National Academies Press.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., and Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school stem courses. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537364.pdf> En son erişim tarihi: 10 Ekim 2023.
- Irkıçatal, Z. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve stem alguları üzerine etkisi*. (Kayıt No. 421502). [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- İdin, Ş. (2017). STEM eğitimi ve eğitime yansımaları. E. Karademir (Ed.), *Örnek ve Uygulama Destekli Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Beceri Etkileşimi* (s. 255-286) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- İnce, K. ve Mısıır, E. (2018). Bilim ve STEM. K. A Kırkıkç., E .Aydın (Ed.), *Merhaba STEM yenilikçi bir öğretim yaklaşımı* (s.19-26) içinde. Konya. Eğitim Yayınevi.
- İnce, K., Mısıır, M. E., Küpeli, M. E. and Fırat, A. (2018). 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1 (1), 64-78.
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. (Kayıt

- No. 620030). [Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Jackson, C., Mohr-Schroeder, M.J., Bush, S.B., Maiorca, C., Roberts, T., Yost, C., and Fowler, A. (2021). Equity-Oriented Conceptual Framework for K-12 STEM literacy. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-16.
- Johnson, B. and Turner, L.A. (2003) Data collection strategies in mixed methods research. in: Tashakkori, A.M. and Teddlie, C.B., Eds., *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*, SAGE Publications, Thousand Oaks, 297-319.
- Johnson, R.B. and Onwuegbuzie, A.J. (2004) Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33, 14-26. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kafiyani, İ., Abdurrahman, Jalmo, T., (2020). STEM literacy profile of junior high school students in Lampung Province, Indonesia. *The 9th International Conference on Theoretical and Applied Physics (ICTAP) Journal of Physics: Conference Series* doi:10.1088/1742-6596/1572/1/012063
- Kahraman, E. ve Doğan, A., (2020). STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi* 4 (1), 1-20. doi: 10.35346/aod.728000
- Kalemkuş, F., ve Bulut Özek, M. (2021). 21. yüzyıl becerileri konusunda araştırma eğilimleri: 2000-2020 (Ocak Ayı). *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (2), 878-900.
- Kalemkuş, J. (2020). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 63-87. <https://doi.org/10.18039/ajesi.800552>
- Kan, A., 2009. Ölçme sonuçları üzerinde istatistiksel işlemler. H. Atılğan (Ed.), *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* içinde (s.397-456). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kaplan, Y., (2023). *Mühendislik temelli fen öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve girişimcilik becerilerine etkisi*. (Kayıt No. 811339). [Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Karabey, B. ve Yürümezoğlu, K. (2015). Yaratıcılık ve üstün yetenekliliğin zekâ kuramları açısından değerlendirilmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 86106.
- Karabulut, R. ve Ömeroğlu, E. (2019). 21. yüzyıl becerisi olarak kritik düşünme ve problem çözme becerileri. E. Ömeroğlu ve H. Şahin (Ed.), *21. Yüzyıl çocuklarının eğitimi: 6C modeli* (s. 49-61). Ankara. Eğiten Kitap.
- Karademir, E., (2017). Fen öğretiminde beceri kavramı ve disiplinlerarası kullanımı. E. Karademir (Ed.), *Örnek ve uygulama destekli fen öğretiminde disiplinlerarası beceri etkileşimi* (s. 1-40) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.

- Karahan, E. (2020). Mühendislik öğrencilerinin STEM odaklı öğretim modülü tasarımlarının incelenmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 73-91.
- Karakaş, M. M. (2015). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik 21. yüzyıl beceri düzeylerinin ölçülmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Karakaya, F. ve Yılmaz, M. (2021). Fen lisesi öğrencilerinin mühendislik tasarım süreçlerinin incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 511-534. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.993346>
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G. Ve Yılmaz M., (2019). İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7 (13), 1-14.
- Karaman, C., (2019). *Sosyobilimsel konulara dayalı argümantasyon yönteminin ortaokul öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık seviyelerine etkisinin incelenmesi*. (Kayıt No. 571662). [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Karataş, F. Ö. (2017). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir s(i) tem. Çepni, S. (Eds.), *Kuramdan Uygulamaya STEM+A Eğitimi* (s.53-65). Ankara: Pegem Akademi.
- Karataş, G. (2019). *Sorumluluk değerinin yaratıcı yazma teknikleri ile oluşturulan etkinliklerle kazandırılmasının öğrencilerin sorumluluk düzeyine etkisi*. (Kayıt No. 586698). [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Karslı Baydere, F. ve Kurtoğlu, S. (2020). 5. sınıf öğrencilerinin biyolojik çeşitlilik konusundaki kavramsal anlamalarına REACT stratejisinin etkisi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 1015-1041. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1312787>
- Karslı Baydere, F. ve Kurtoğlu, S., (2019) Bir fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: ağırlık ölçümü yapalım. H. Özcan (Ed.). *1. Uluslararası STEM Öğretmenler Konferansı, Tam Metin Bildirileri Kitabı*. (s. 174-183) <http://www.stempd.net>
- Karslı-Baydere, F., Hacıoğlu, Y. and Kocaman, K. (2019). An example of the science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education activity: Anticoagulant drugs. *Kastamonu Education Journals*, 27 (5), 1935. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3051>
- Kaya, M. ve Doğan, U. (2014). Öğrenci sorumluluk: Ölçek geliştirme, güvenilirlik ve geçerlik çalışması. *Journal European Education*, 4(1), 11-18.
- Kaya, O., (2022). *5. sınıflarda biyoçeşitlilik konusunun öğretimine dijital oyunun ve geleneksel oyunun etkisinin incelenmesi*. (Kayıt No. 753701). [Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Keleman, Rasul and Jalaludin (2021). Assessment of higher order thinking skills through STEM integration project-based learning for elementary level. *International Journal of Social Science And Human Research*, 4 (4), 2644-0695. doi: 10.47191/ijsshr/v4-i4-40
- Keskin, F., (2017). *Yaşam temelli react öğretim stratejisinin 6. Sınıf öğrencilerinin akademik başarısı ve fen okuryazarlığı üzerine etkisi*. (Kayıt No. 497682). [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Kınık Topalsan, A., (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*. 15 (1), 186-219. <http://efdergi.yyu.edu.tr> <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2018.66>
- Kırkıç, K. A., Derin G. ve Aydın, E. (2018). Yenilikçi bir öğretim yaklaşımı olarak “STEM eğitimi”. K. A Kırkıç., E .Aydın (Ed.), *Merhaba STEM Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı* (s.13-18) içinde. Konya. Eğitim Yayınevi.
- Kızılkuş-Bulut, E. (2019). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin mühendislik kariyer tercihlerine göre 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, motivasyonları ve öz-yeterlik inançları üzerindeki etkisi*. (Kayıt No. 594541). [Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Konca Şentürk, F. (2017). *STEM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. (Kayıt No. 483087). [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Köngül, Ö., and Yıldırım, M. (2021). Effects of STEM applications on the scientific process skills and performance of secondary school students. *Journal of Human Sciences*, 18 (2), 159-184. doi:10.14687/jhs.v18i2.6066
- Kurtoğlu, S. and Karşlı-Baydere, (2021). “Diş çürüklerini önleyici” isimli STEM etkinliği hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Cumhuriyet International Journal of Education*. 10 (2), 481-509.
- Kutru, Ç., (2022). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (atbö) destekli STEM eğitiminin 7.sınıf öğrencilerinin 21.yy becerilerine etkisi*. (Kayıt No. 709759). [Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Kuvaç, M. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) temelli çevre eğitimine yönelik öğretim tasarımının etkililiği*. (Kayıt No. 534939). [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Lam, P. C., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J. and Menzemer, C. C., (2008). An evaluation of a stem program for middle school students on learning disability related ıeps. *Mechanical Engineering Faculty Research*. 978. http://ideaexchange.uakron.edu/mechanical_ideas/978
- Landis J.R., Koch G. G., (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 (1), 159-74.

- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28 (4), 563-575.
- Lesseig, K., Nelson, T.H., Slavit, D., Seidel, R. H. (2016). Supporting middle school teachers' implementation of STEM design challenges. *School Science and Mathematics*, 116 (4), (177-188)
- Lin, C. (2010). *Analyses of attribute patterns of creative problem solving ability among upper elementary students in Taiwan*. Unpublished document, St. John's University, New York.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 13-23.
- Massachusetts Department of Education. (2006). Massachusetts science and technology engineering curriculum framework. *ERIC Clearinghouse*.
- McMillan, J. H., and Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. (S. Turan, Çev. Ed.) Ankara. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Mesleki Yeterlilik Kurumu. (2015). *Türkiye yeterlilikler çerçevesi*. Ankara. <https://www.tyc.gov.tr/uploads/dosyalar/zennwjxfhuop5gb.pdf> En son erişim tarihi: 11.10.2023.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013a). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5,6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013b). *Okulöncesi eğitimi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018a). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi (ilkokul ve ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018b). *İlköğretim kurumları hayat bilgisi dersi (ilkokul 1. ve 2. sınıflar) öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018c). *Ortaöğretim kurumları biyoloji dersi (ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12.sınıflar) öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *STEM eğitimi raporu*. YEĞİTEK-Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Ankara.

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019). *Ortaokul ve imam hatip okulu fen bilimleri ders kitabı (5. Sınıf)*. Ankara: SDR Dikey Yayıncılık.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2020). *TIMSS 2019 Türkiye sonuçları ön değerlendirme raporu. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları*. Ankara. <https://www.TIMSS.meb.gov.tr> En son erişim tarihi: 20.10.2022.
- Milli Eğitim Bakanlığı. <http://meb.gov.tr> Erişim tarihi: 20.10.2023
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2015). *PISA ulusal raporu*. <https://pisa.meb.gov.tr> En son erişim tarihi: 12.10.2023.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2023). *PISA ulusal raporu*. <https://pisa.meb.gov.tr> En son erişim tarihi: 01.01.2024.
- Moyer, L. A. (2016). *Engaging students in 21st century skills through non-formal learning*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- National Academy of Engineering and National Research Council, (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press
- National Aeronautics and Space Administration. (2015). *Let it glide: Engineering design challenge facilitation guide*. https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/EDC-02_Let_It_Glide_Facilitation_Guide_FINAL.pdf Erişim tarihi: 28.09.2023.
- National Aeronautics and Space Administration, (2009). *NASA engineering design challenges spacecraft structures*. <https://www.nasa.gov/stem-content/engineering-design-challenges-spacecraft-structures-educator-guide/> En son erişim tarihi: 12.10.2023.
- National Council of Teachers of English, (2008). *NCTE framework for 21st century curriculum and assessment*. www.ncte.org En son erişim tarihi: 11.10.2023.
- National Research Council, (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. 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 Academic Press.
- Next Generation Science Standards, (2013). *For states, by states*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Nosich, G. M., (2015). *Eleştirel düşünme rehberi*. B. Aybek (Çev.). 2. Baskı. Ankara. Anı Yayıncılık. S. 232.

- Nurlenasari, N., Lidinillah, D.A., Nugraha, A. ve Hamdu, G., (2019). Assessing 21st century skills of fourth-grade student in STEM learning. *Journal of Physics: Conferans Series* 1318 doi:10.1088/1742-6596/1318/1/012058
- Odabaşı, Ş. Y., (2018). STEM için ölçme değerlendirme. K. A Kırkıç., E .Aydın (Ed.), *Merhaba STEM yenilikçi bir öğretim yaklaşımı* (s.109-124) içinde. Konya. Eğitim Yayınevi.
- Okulu, H.Z., (2019). *STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. (Kayıt No. 538296). [Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school*. [Doctoral dissertation], Texas AandM University-Corpus Christi.
- Onwuegbuzie, A. J., and Leech, N. L. (2004). Enhancing the interpretation of significant findings: the role of mixed methods research. *The Qualitative Report*, 9 (4), 770-792. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2004.1913>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *Education at a glance*. <https://www.pisa.meb.gov.tr> En son erişim tarihi: 20 Eylül 2023
- Ormancı, Ü. (2021). 21. yüzyıl becerileri. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 15-34) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Öçalan, T., (2021). *Ortaöğretim öğrencilerinin 21.yy becerilerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi (ankara ili altındağ ilçesi örneği)*. (Kayıt No. 701334). [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Öğretir Özçelik, A.D. (2019). İnovasyon, yaratıcılık ve yenilenme. A.D. Öğretir Özçelik ve M.N. Tuğluk (Ed.), *Eğitimde ve Endüstride 21. Yüzyıl Becerileri* (s.1-28) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık
- Öz Kasapoğlu, Z., (2022). *5. sınıf biyoçeşitlilik konusunun öğretiminde sınıf dışı etkinliklerinin başarı ve tutuma etkisi*. (Kayıt No. 743337). [Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Özalp, D., ve Ayar, M. (2020). Protez kuyruklar ve biyoplastik konulu mühendislik etkinliklerinin değerlendirilmesi: 6. sınıf mühendislik eğitimi örneği. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 23-46.
- Özbilen, A.G., (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*. 2 (1). <http://dergipark.gov.tr/ses>
- Özcan, E. (2021). Problem çözme becerisi. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 261-276) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.

- Özçelik, A., ve Akgündüz, D., 2018. Üstün / özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 334–351.
- Özdemir, O. (2015). Bilim toplumu ve fen (bilim) okuryazarlığı. N. Yenice (Ed.), *Bilimin Doğası Gelişimi ve Öğretimi* (s. 154-190) içinde. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Özer, İ. E., (2019). *6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde gerçekleştirilen algodoo temelli etkinliklerin öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisi*. (Kayıt No. 538594). [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Özgün, D. (2019). *İnsan ve çevre ünitesinin yaratıcı drama destekli işlenmesinin beşinci sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri üzerine etkisi*. (Kayıt No. 600049). [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Özök, A. (2004). *Disiplinlerarası yaklaşıma dayalı sanat eğitiminin yaratıcı problem çözme becerisine etkisi ve bir model önerisi*. (Kayıt No. 144897). [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Özök, A. (2005). Disiplinlerarası yaklaşıma dayalı yaratıcı problem çözme öğretim programının yaratıcı problem çözme becerisine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 159-167.
- Öztürk, N. ve Bozkurt Altan, E. (2020). Sosyo-bilimsel konular temelli STEM eğitimi. M. Çevik (Ed.), *Ders Planları Kurgusunda Öğretme Öğrenme Yaklaşımlarıyla Uygulamalı STEM Eğitimi* (s. 279-302) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Öztürk, N. ve Irmak, M. (2020). Sosyobilimsel konuların doğası ve fen eğitimindeki yeri. M. Genç (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Sosyobilimsel Konular* (s. 15-44) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Öztürk, N., Bozkurt Altan, E. ve Tan, S., (2019). Ortaokul öğrencilerinin “geleceğe hazırlanıyorum: problemlere çözüm arıyorum” projesinin kendilerine katkılarına yönelik değerlendirmelerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*. 49 (225), 153-179.
- Özünü, Ö. ve Çepni, S. (2023). Türkiye’de mühendislik tasarım temelli öğretim ile ilgili fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların tematik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* 56, 890-910. doi.org/10.53444/deubefd.1263217
- Paf, M. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin bilişimsel düşünme becerileri ile yaratıcı problem çözme becerileri arasındaki ilişki*. (Kayıt No. 577695). [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Panasan, M. and Nuangchalerm, P. (2010). Learning outcomes of project-based and inquiry-based learning activities. *Journal of Social Sciences* 6 (2), 252-255.
- Partnership for 21st Century Skills, (2011). *21st century skills, education and competitiveness: A resource and policy guide*. Retrieved from: www.21stcenturyskills.org.

- Patton, Q. M. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newsbury Park, London, New Dehli: Sage Publications.
- Pekbay, C., (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkisi*. (Kayıt No. 454935). [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Pekbay, C., Saka, Y. ve Kaptan, F. (2020). Middle school students' views over green engineering STEM activities. *İnönü University Journal of the Faculty of Education*. 21 (2), 840-857. doi: 10.17679/inuefd.684513
- Pekbay, C., Saka, Y. ve Kaptan, F. (2020). Ortaokul öğrencilerinin yeşil mühendislik STEM etkinlikleri ile ilgili görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 840-857. doi: 10.17679/inuefd.684513
- Petrini, C. ve Mancuso, S., (2021). *Biyoçeşitlilik*. F. Ezici (Çev.) 1. Baskı İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi. (www.yeniinsanyayinevi.com)
- Pölönen, P. (2020). *Geleceğin becerileri*. N.D. Çıdanlı (Çev.) (2021). 1. Baskı. s.191. İstanbul. Büyükkada Yayıncılık.
- Rehmat, A. P., (2015). Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: a problem-based learning approach for stem integration. *UNLV Theses, Dissertations, Professional Papers, and Capstones*. 2497. <http://dx.doi.org/10.34917/7777325>
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C., Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116 (6), (301-309).
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G., and Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25 (3), 189-213. <https://doi.org/10.1177/1932202X14533799>
- Salcı, E., Aydın, A. (2021). Ortaokul öğrencilerinin evrensel fen okuryazarlık düzeyleri. *İbad Sosyal Bilimler Dergisi*, 10, 202-219. doi: 10.21733/ibad.879341
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEM Mania. *Technology Teacher*, 68, 20-26. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Sarı, N. (2018). The implementation of project based learning to improve students responsibility in social studies learning. *International Journal Pedagogy of Social Studies*, 3 (2), 19-32.
- Sarıtaş, D. (2021). STEM'in doğası; felsefi ve tarihsel temelleri. H. Özcan (Ed.), *STEM Eğitimi Uygulamaları I Örnek Ders Planları* (s. 3-36) içinde. İstanbul. Pusula Yayıncılık.

- Savran Gencer, A., and Doğan, H. (2020). The assessment of the fifth-grade students' science critical thinking skills through design-based STEM education. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7 (4), 690-714. <https://doi.org/10.21449/ijate.744640>
- Savran Gencer, A. ve Akman, İ. (2023). Biyoçeşitlilik eğitiminde kavram öğretimi. H. Aslan Efe (Ed.), *Biyoçeşitlilik Eğitimi* (s. 163-180) içinde. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Sert Çıbık, A. ve Taşar, M. F. (2022). Disiplinlerarası fen öğretimi çerçevesinde fen, teknoloji, toplum ve çevre ilişkisi. H. Ş. Ayvacı ve M. Ergun (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi 8* (s.64-97) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Seven, S., (2019). 21. yüzyıl becerisi olarak iletişim. E. Ömeroğlu ve H. Şahin (Ed.), *21. Yüzyıl Çocuklarının Eğitimi: 6C Modeli* (s. 2-14). Ankara. Eğiten Kitap.
- Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., and Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15 (1), 1-5.
- Soffel, J. (2016). What are the 21st-century skills every student needs? *World Economic Forum*, 10
- Sungur Gül, K. (2020). Tasarım temelli öğrenme yaklaşımıyla STEM eğitimi. M. Çevik (Ed.), *Ders Planları Kurgusunda Öğretme Öğrenme Yaklaşımlarıyla Uygulamalı STEM Eğitimi* (s. 321-342) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Sürmeli, H. (2020). Fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkileri. A. Öztuna Kaplan (Ed.), *Fen Öğretimi* (s. 68-94) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Sürmeli, H., Yıldırım, M., Sevgi, Y. ve Göcük, A., (2018). Secondary school students' performance and opinions towards activities based on engineering design process. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 47 (2), 844-872. <http://dergipark.gov.tr/uefd>
- Şahin, A. (2016). Yaratıcı yazma. Susar Kırmızı, (Ed.), *İlk ve Orta Okullarda Türkçe Öğretimi* (1. baskı, s.273-298) içinde. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri*. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14 (1), 297-322, www.estp.com.tr
- Şahin, F. ve Yeldan, İ., (2019). *Sistemik yaratıcı problem çözme etkinliklerinin, ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesindeki akademik başarılarına ve sistemik yaratıcı problem çözme becerisine etkisi*. Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi. 49, s. 120-142. doi: 10.15285/maruaebd.404195

- Şahin, Ü. G., (2018). *Ortaokul öğrencilerinin biyoçeşitlilik konusunda farkındalıklarını çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*. (Kayıt No. T04692). [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Şardağ, M., Ecevit, T., Top, G., Kaya, G. ve Çakmakçı, G. (2018). Fen mühendislik uygulamaları. A. Tekbıyık ve G.Çakmakçı (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi ve STEM Etkinlikleri* (s.239-264) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Şeker, A. G., (2023). *5E ve sos öğrenme modellerine göre hazırlanmış stem uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin 21.yy becerilerine ve STEM tutumlarına etkisi*. (Kayıt No. 834309). [Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Şencan, D., (2013). *Günlük yaşam problemlerinin 7.sınıf öğrencilerinde bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve bilim okuryazarlığı üzerine etkisi: kuvvet ve hareket*. (Kayıt No. 349927). [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Şengel, E., (2021). Takım çalışması/işbirliği. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 503-528) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Şentük, M.L. ve Canbazoglu Bilici, S. (2020). Fen ve teknoloji. Kızılay, E. Ve Çevik, M. (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi* (s.211-239) içinde. Ankara. Eğiten Kitap.
- Şimşek, N.D., (2022). Disipliner okuryazarlık. M. Özden (Ed.), *Disipliner Okuryazarlıklar* (s.1-10) içinde. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi*. (Kayıt No. 483087). [Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Tan, Ş. (2009). *Öğretimde ölçme ve değerlendirme*. KPSS El Kitabı, Ankara. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Tashakkori, A., and Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches*. Sage Publications, Inc.
- Techakosit, S. and Srisakuna, S. (2019). The development of scientific imagineering learning activity through facebook to enhance learners' key competencies. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8 (4): 447–455. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.20823>
- Techakosit, S., and Nilsook, P. (2016). The learning process of scientific imagineering through AR in order to enhance STEM literacy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11 (7). <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5357>
- Techakosit, S., and Nilsook, P. (2018). The development of STEM literacy using the learning process of scientific imagineering through AR. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i01.7664>

- Tekbıyık, A. (2018a). Fen bilimleri öğretiminin temelleri ve öğretim programları. A. Tekbıyık ve G. Çakmakçı (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi ve STEM Etkinlikleri* (s. 1-16) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Tekbıyık, A. (2018b). Fen bilimleri eğitiminde bilimsel okuryazarlığın değerlendirilmesi: PISA ve TIMSS uygulamaları. A. Tekbıyık ve G.Çakmakçı (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi ve STEM Etkinlikleri* (s.395-414) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Tekin, N. ve Aslan O. (2021). Güncel sosyobilimsel konular. A. Yenilmez Türkoğlu ve D. Karışan (Ed.), *Sosyobilimsel Konular* (s.433-458). Ankara. Eğiten Kitap.
- Tomak, S. (2013). The impact of overconfidence on capital structure in turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 3 (2), 512-518.
- Topal, K., Aybek, H., Kara, C. O., Büke, A. ve Aybek, Z. (2008). Paü tıp fakültesi dönem 1 öğrencilerine 2006-2007 eğitim ve öğretim yılında uygulanan çoktan seçmeli sınavların madde ve test analizleri. *Pamukkale Tıp Dergisi*, 3, 120-126.
- Topçu, M.S. (2021). *Sosyobilimsel konular ve öğretimi*. 4. Baskı. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Topçu, M.S. ve Çiftçi, A. (2019). 21. Yüzyıl becerileri ve STEM. A. D. Öğretim Özçelik ve M.N. Tuğluk (Ed.), *Eğitimde ve Endüstride 21. Yüzyıl Becerileri* (s.95-118) içinde. Ankara. PegemA Yayıncılık.
- Topçu, M.S. ve Gökçe, A. (2018). STEM ve mühendislik. K. A Kırkıç., E .Aydın (Ed.), *Merhaba STEM Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı* (s.79-94) içinde. Konya. Eğitim Yayınevi.
- Trilling, B., and Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. *Jossey-Bass/Wiley*.
- Turan, S. (2009). *Probleme dayalı öğrenmeye ilişkin tutumlar, öğrenme becerileri ve başarı arasındaki ilişkiler*. (Kayıt No. 257046). [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Türk Dil Kurumu, (2006). *T.C. Atatürk kültür, dil ve tarih yüksek kurumu*. Ankara. www.sozluk.gov.tr En son erişim tarihi: 05.09.2023
- Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.data.tuik.gov.tr> , En son erişim tarihi: 8 Şubat 2023.
- Ulukan, G., (2019). *PISA 2015 verileri ve ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile öğrencilerin fen okuryazarlığının incelenmesi*. (Kayıt No. 593279). [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Uyanık, S., Özakdağ, A. ve Yıldırım, M. (2022). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan STEM etkinlik yeterliliklerinin incelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 13, 266-302. doi: 10.21733/ibad.1124428

- Uzel, L. (2019). *6. sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin değerlendirilmesi*. (Kayıt No. 538943). [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Ülger, B. (2021). Fen okuryazarlığı. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 75-92) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Van Vo, D. and Csapó, B. (2023). Exploring inductive reasoning, scientific reasoning and science motivation, and their role in predicting STEM achievement across grade levels. *Int J of Sci and Math Educ* 21, 2375–2398. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10349-4>
- Varlı, B. (2018). *Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fen başarısı, sorgulama, üst biliş ve öz düzenleme becerilerine etkisi*. (Kayıt No. 527423). [Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Veneziano L. ve Hooper J. (1997). “A method for quantifying content validity of health-related questionnaires”. *American Journal of Health Behavior*, 21 (1):67-70.
- Von Eye, A. and Mun, E. Y. (2005). Analyzing rater agreement: Manifest variable methods. mahwah, nj: lawrence erlbaum. *Organizational Research Methods*, 13 (1), 207-209. <https://doi.org/10.1177/1094428108321154>
- Walker, W. S. (2017). Integrated STEm or integrated STEM? *School Science and Mathematics*, 117 (6), 225-227.
- Wannapiroon, P., Nilsook, P., Techakosit, S., and Kamkhuntod, S. (2021). STEM literacy of students in vocational education. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 5 (4), 527-549. <https://doi.org/10.46328/ijtes.253>
- Welker, R. W. (2017). *The role of integrated curriculum in the 21st century school*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. St Louis: University of Missouri .Retrieved from <https://irl.umsl.edu/dissertation/688>
- Wendell, K. and Connolly, K. and Wright, C. and Jarvin, L. and Barnett, M. and Rogers, C. and Marulcu, I. (2010). *Poster, incorporating engineering design into elementary school science curricula*. 15.958.1-15.958.21. 10.18260/1-2--16175.
- Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. *Qualifying Paper*, Tufts University.
- Wicaksana, Y. D., Widoretno, S., and Dwiastuti, S. (2020). The use of critical thinking aspects on module to enhance students' academic achievement. *International Journal of Instruction*, 13 (2), 303-314. Retrieved February 3, 2019, from <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13221a>
- Wilson, E. O. (2020). *Half-Earth: Our Planet's Fight For Life*. S. Oğuz (Çev.) 1. Baskı İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.

- Yalçın, A. (2018). *Son bilimsel gelişmeler ışığında Türkçenin öğretim yöntemleri*. Ankara. Akçağ Yayıncılık.
- Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 51 (1), 183-201. <https://doi.org/10.30964/auebfd.405860>
- Yalçın, V., (2020) *Tasarım odaklı düşünme modeline göre hazırlanan okul öncesi stem etkinliklerinin çocukların yaratıcılık ve problem çözme becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Kayıt No. 653515). [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yarker, M. B. and Park, S. (2012) Analysis of teaching resources for implementing an interdisciplinary approach in the k-12 classroom. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8 (4), 223-232.
- Yasin, A. I., Prima, E. C., Sholihin, H., (2018). Learning electricity using arduino-android based game to improve STEM literacy. *Journal of Science Learning Article. 1* (3). s. 77-94. doi: 10.17509/jsl.v1i3.11789
- Yavuz, M., Hasańçebi, M. ve Yeşildağ Hasańçebi, F., (2020). The effect of STEM application on 21st-century skills of middle school students and student experiences. *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence (JSCAI)*. 1 (1), 28-39 www.dergipark.org.tr/en/pub/jscai
- Yavuz, Ü. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) etkinlikleri ile işlenmesi*. (Kayıt No. 538292). [Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yazıcı, S. (2021). İletişim becerisi. Ü. Ormancı ve S. Çepni (Ed.) *Kuramdan Uygulamaya 21. Yüzyıl Becerileri ve Öğretimi* (s. 487-502) içinde. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Yeldan, İ. (2016). *Sistemik yaratıcı problem çözme etkinliklerinin, ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki akademik başarılarına, yaratıcı problem çözme becerilerine etkisi*. (Kayıt No. 469616). [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yıldırım, B. (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. (Kayıt No. 429441). [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M.(2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *www.dergipark.gov.tr. 13*, (2), 183-210.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8, (2), (195-213). doi: 10.24315/trkefd.310112

- Yıldırım, M. T. (2020). *Sinir sistemi'nin öğretiminde stem tabanlı arduino robotik etkinliklerinin akademik başarı ve mühendislik süreci üzerine etkileri*. (Kayıt No. 641677). [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, A. (2022). Disiplinlerarası fen öğretiminde güncel ölçme-değerlendirme araçları. E. Kızılay ve M. Çevik (Ed.), *Disiplinlerarası Fen Öğretimi* (s. 401-428) içinde. Ankara. Eğiten Kitap.
- Yin, R.K. (2003) *Case study research: Design and methods*. 3rd Edition, Thousand Oaks. CA: Sage.
- Yüce, Z. ve Önel, A. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoçeşitliliğe ilişkin kavramsal ilişkilendirme düzeyleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15 (1), 326-341. doi: 10.17240/aibuefd.2015.15.1-5000128609
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112 (1), 12-19. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

Biyçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü Hazırlanırken Yararlanılan Kaynaklar

- Açar, M. ve Satıl, F. (2021). Akdağ'ın (Dursunbey/Balıkesir) endemik taksonları üzerine bir çalışma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21, 1-13. <http://doi.org.10.35414/akufemubid.874405>
- Akgündüz, D. ve Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde STEM uygulamaları. D. Akgündüz (Ed), *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram Ve Uygulamada STEM Eğitimi* (s.135-164) içinde. Anı Yayıncılık.
- Arslan, H. Ö. (2020). Sosyobilimsel konu seçimi ve güncel ikilem örnekleri. M. Genç (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Sosyobilimsel Konular* (s. 69-70) içinde. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Artun, H. Ve Aydın-Günbatır, S. (2019). *Çağdaş yaklaşımlarla destekli fen öğretimi: teoriden uygulamaya etkinlik örnekleri*. Ankara. Pegem Akademi.
- Avrupa Çevre Ajansı (2020). *Biyolojik çeşitlilik - ekosistemler*. <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/biodiversity/intro> adresinden 2 Ağustos 2020 tarihinde alınmıştır.
- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç O. ve Boz, İ. (2019). Türkiye'de organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 29 (2). doi: 10.29133/yyutbd.446002 <http://dergipark.gov.tr/yyutbd>
- Aydın, E. ve Kırkıç, K. A. (Ed.). (2018). *Merhaba STEM yenilikçi bir öğretim yaklaşımı*. Konya. Eğitim Yayınevi.

- Bilir, A. ve Özbaş, S. (2017). Lise öğrencilerinin küresel ve yerel biyolojik çeşitlilik kaybına yönelik problem algısı. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 97-108.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. and Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A Discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112 (1), 3-11. <http://doi.org.10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Butterfield, M. ve Mineker, V. (2020). *Arıların gizli yaşamı bal arısı vızvız ile dünyanın arılarıyla tanışın*. E. Çelik (çev.) Ankara. Panama Yayıncılık.
- Choi, S. ve Jang, W. (2018). *Tohumun yolculuğu*. H. Haskul (Çev.). 2. Baskı. İstanbul. Erdem Yayınları.
- Çakmakçı, G. ve Tekbıyık, A. (Ed.) (2018). *Fen bilimleri öğretimi ve STEM etkinlikleri (güncel öğretim programları ile uyumlu PISA-TIMSS soru örnekleriyle desteklenmiş uygulamalar)*. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Cavaş, P. ve Cavaş, B. (2018). STEM eğitiminde mühendislik uygulamaları. D. Akgündüz (Ed), *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi* (s.113-131) içinde. Anı Yayıncılık.
- Çevik, M., Şentürk, C. ve Abdioğlu, C. (2019). *STEM'den STEM+'ya teori uygulama*. Ankara. Eğiten Kitap.
- Doğan, M. (2008). 2008 ortaöğretim biyoloji ders programına çevre konularının entegrasyonu. *Çevre ve İnsan*, 72(1), 25-31.
- Dünya Doğayı Koruma Vakfı (2022) . Biyoçeşitlilik sözleşmesi. 15. *tarafklar konferansı: WWF'in Beklentileri* <https://www.wwf.org.tr/yayinlarimiz/raporlar/> adresinden 8 Şubat 2023 tarihinde alınmıştır.
- Güler, Y. (2018). Ormanların ihmal edilen canlıları: Yabani arılar. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi* , ENFİTO 2018 Özel sayısı , 32-37 . doi: 10.21324/dacd.442468
- Gürbüz, H., Derman, M. ve Çakmak, M. (2013). Biyoçeşitlilik okuryazarlığı ölçeği: geliştirme geçerlik güvenirliği. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 77-91.
- Hacıoğlu, Y. ve Dönmez Usta, N. (2020). Digital game design-based STEM activity: biodiversity example. *Science Activities*, 57, 1-15. <https://doi.org/10.1080/00368121.2020.1764468>
- Hamalosmanoğlu, M. (2019). *Farklı yaklaşım, yöntem, teknikler ışığında etkinliklerle çevre eğitimi*. Ankara: Eğiten Kitap.
- Konmuş, S. S. (2019). *Lise öğrencilerinin biyoçeşitliliğin değeri konusundaki değerlerin incelenmesi*. (Kayıt No. 603384). [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Kurtuluş, N. (2012). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim uygulamalarının bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve akademik başarıya etkisi*. (Kayıt No. 300393). [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Kuvaç, M. ve Koç-Sarı, I. (2019). *E-STEM: STEM öğretmenleri için çevre konularına yönelik ortaokul etkinlik kitabı*. Anı Yayıncılık.
- Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (2004). *Organik tarım kanunu*. <https://www.resmigazete.gov.tr>. En son erişim: 03.11.2023.
- Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (2006). *Tohumculuk kanunu*. <https://mevzuat.gov.tr> En son erişim: 03.11.2023.
- Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (2020). *Organik tarımın esasları ve uygulanmasına ilişkin yönetmelik*. <https://mevzuat.gov.tr> En son erişim: 03.11.2023.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018b). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2019). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu 5. sınıfların bilimleri ders kitabı*. Ankara: SDR Yayıncılık.
- Özalemdar, L. (2021). Biyoloji eğitimi ve ekonomi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39, 67-90. <http://doi.org/10.14520/adyusbd.1002544>.
- Özbek, H. (2010). Arılar ve insektisitler. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10 (3), 85-95. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uluaricilik/issue/52019/162359>
- Özel, P. (2021). Kuş gözetleme turizmi (ornitoloji) açısından kızılırmak deltası'nın (kuş cenneti) önemi ve saz horozu (porphyrio porphyrio). *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*. Cilt: 2, Sayı: 2 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ebad> ORCID: 0000-0003-4880-2582
- Per, E. ve Uzuner, H. (2020). Türkiye'de ornitoloji alanındaki lisansüstü tezler üzerine ilk değerlendirme. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi (Journal of Higher Education and Science)*. 10 (2), 242-252. <https://doi.org/10.5961/jhes.2020.38>
- Petrini, C. ve Mancuso, S. (2021). *Biyçeşitlilik*. F. Ezici (Çev.). 1. Baskı. İstanbul. Yeniinsan Yayınevi.
- Reeves, H., Boutinot, N. ve Casanave, D. (2021). *Biyçeşitlilik Hubert Reeves anlatıyor*. A. Güren (Çev.). 3. Baskı. İstanbul: Kuraldışı Yayıncılık.

- Tarım ve Orman Bakanlığı. *Organik tarım*. <https://www.tarimorman.gov.tr> En son erişim 04.11.2023.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2004). *Organik Tarım Kanunu*. <https://www.mevzuat.gov.tr> En son erişim tarihi: 06.12.2023.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2006). *Tohumculuk Kanunu*. <https://www.mevzuat.gov.tr> En son erişim tarihi: 06.12.2023.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2016). *Bitkisel Üretim*. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler> En son erişim tarihi: 06.12.2023.
- Taylor, M. (2009). *Doğa kitabı bitkiler, hayvanlar ve gezegenimiz*. S. Kayır (Çev.) 4. Baskı. İstanbul: Maya Kitap.
- Tortop, H. S. (2018). *Geleceğin bilimi genetik. 3. Sınıf fen bilimleri dersi için ÜYÜKEP müfredat modeline göre farklılaştırılmış tematik ünite*. 1. Baskı. Ankara: Genç Bilge Yayıncılık.
- Weder, R. (2020). *Ekolojik mahalle*. Ç. Cengiz (Çev.). 3. Baskı. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Wilson, E.O., (2020). *Yarım Dünya Gezegenimizin Hayatta Kalma Mücadelesi*. S. Oğuz (Çev.). 1. Baskı. İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.
- Yavuz, N., Erciyas-Yavuz, K. ve Karataş, A., (2021). *Türkiye'nin küresel ölçekte soyu tehlike altındaki kuş türleri (Globally threatened bird species of Turkey)*. 4 (7), s.19-39.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). *STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma*. Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13(2), 183 – 210. <https://doi.org/10.17244/eku.310143>

Tohumlar ile İlgili Yararlanılan Siteler

<https://www.yerlitohum.com>
<https://ekolojibirligi.org/>
<https://www.bugday.org/>
<https://evrimagaci.org/>
<http://www.turktarim.gov.tr/>
<http://www.siyezevi.com>
www.organiksitem.com
<https://atatohumu.org/ata-tohumu-projemiz/>

Nesli Tükenme Tehlikesi Altındaki Kuşlarla İlgili Yararlanılan Siteler

<https://dogadernegi.org.tr>
<https://mucep.org/nesli-tehlike-altindaki-kus-turlerinin-avi-neden-yasaklanmali-bilimsel-rapor/>
<https://biyologlar.com/ulkemizde-nesli-tukenmekte-olan-veya-tukenen-kus-turleri>
<https://www.wwf.org.tr/>
<https://ekolojibirligi.org/>

<https://www.bugday.org/>
<https://evrimagaci.org/>
<https://evrimagaci.org/karatavuk-turdus-merula>
<https://ornito.org/Bird/>
<http://kustr.org/kusatlasi/2016/>
<https://ebird.org/species/>
<https://izmirkuscenneti.gov.tr/2022/12/05/karatavuk/>
<https://www.keklik.gen.tr/keklik-cesitleri>
<https://kuslar.gen.tr/keklik>
<https://www.parkhayvancilik.com/keklik>

Arılarla İlgili Siteler ve Fotoğraflar

Arıların Yaşam Döngüsü Fotoğrafı,

<https://www.kekikhanim.com.tr/hayat-dongusu.html> adresinden alınmıştır.

Arı Çeşitleri Fotoğrafı,

<https://www.tarimbilgisi.com/haber/hayvanlar/bal-arisi-kolonilerinde-hangi-arilar-var//>
adresinden alınmıştır.

Yabani Arı Çeşitleri Fotoğrafları,

<https://www.akdenizhijyen.com.tr/blog/ulkemizdeki-ari-turleri> adresinden alınmıştır.

Yabani Arı Yuvası Fotoğrafları,

<https://www.hurriyet.com.tr/gundem/kitap-kurdu-yaban-arisi-41291111>

<https://pixabay.com/tr/images/search/yaban%20ar%C4%B1s%C4%B1%20yuvas%C4%B1/>

<https://extension.msstate.edu/publications/prevention-and-treatment-nuisance-honey-bees-around-your-home>

<https://www.dreamstime.com/nest-european-hornets-vespa-crabro-big-hornet-s-nest-vespa-crabro-under-roof-beam-image155480612>

https://www.google.com/imgres?imgurl=https://p2.piqsels.com/preview/936/420/1011/vosika-french-nests-insect-macro.jpg&imgrefurl=https://www.piqsels.com/tr/public-domain-photo-swjfoandtbid=6zd7RVx4P0byTMandvet=1anddocid=-hdT7_Iw7uS0LMandw=910andh=732andhl=tr-TRandsource=sh/x/im

Arıların Tarihi Fotoğrafları,

<https://antikparalar.blogspot.com/2015/04/efes-sikkeleri-klasik-ve-helenistik.html>

<https://www.evrenseldevinim.com/post/i%CC%87spanya-da-7-500-y%C4%B1ll%C4%B1k-bal-toplayan-i%CC%87nsanlar%C4%B1n-ma%C4%9Fara-resmi-bulundu>

Arı Oteli Tasarım Görevi Arı Fotoğrafı,

<https://www.greenpeace.org/turkey/haberler/arilar-hakkinda-10-ilginc-bilgi/> adresinden alınmıştır.

Arılarla İlgili Bilgi Siteleri

<https://bartin.tarimorman.gov.tr/Belgeler/SolMenu/Yeti%C5%9Ftiricilik%20Bilgileri/Hayvanc%C4%B1l%C4%B1k/Ar%C4%B1%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf>

<https://antalya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yeti%C5%9Ftirici%20Bilgileri/Bal%20Ar%C4%B1s%C4%B1n%C4%B1n%20Taksonimisi.pdf>

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/Diger-belgeler/Bah%C3%A7eBitkilerindeAr%C4%B1Kullan%C4%B1m%C4%B1C%C3%96zt%C3%BCrk.pdf>

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Belgeler/dergi/14.Sayi.pdf>

<https://evrimagaci.org/arilar-ve-bal-ile-ilgili-gercekler-1417>

<https://www.kekikhanim.com.tr/hayat-dongusu.html>

<https://www.aricilik.com.tr/ari-turleri-ve-cesitleri-nelerdir/>

<https://www.akdenizhijyen.com.tr/blog/ulkemizdeki-ari-turleri>

<https://www.eveteriner.net/hayvanlar-alemi/bocekler/ari/arilarin-hayati/>

<https://www.egricayir.com/tr/blog-detay/bal-arilari-hakkinda-ilginc-bilgiler-ari-tarihi-kac-cicek-gezer-ne-kadar-bal-uretir>

<https://www.maybir.org.tr/ariciligin-tarihcesi>

EKLER**Ek 1. Etik Kurul İzni**

Evrak Tarih ve Sayısı: 25.03.2022-E.187438

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
SAYI: 68282350/2022/G06

Toplantı Tarihi : 23.03.2022
Toplantı Sayısı : 6
Toplantı Saati : 15:00

*10.131.1.51
104739
28.03.2022*

KARAR 11- Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Programı 152901016 numaralı öğrencisi İclal AKMAN'ın, Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER' in danışmanlığında yürüttüğü "*STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin STEM Okuryazarlığı ve 21. Y.Y. Becerilerinin Gelişimine Etkisi*" konulu tez çalışmasına yönelik başvuru formu ile usul ve etik açıdan verdiği beyan ve ekler tetkik edilmiş olup; proje sahibinin, başvurusunda yer alan bilgi, belge ve taahhütnamelere uygun bilimsel davranışlar sergileyeceği kanaati oluşmuştur. İş bu karar oy birliği ile alınmıştır.

ASLI GİBİDİR
23.03.2022

Prof. Dr. Ertuğrul İŞLER
Başkan

Ek 2. MEB Uygulama İzni



T.C.
AYDIN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-74083975-605.01-66109657
Konu : İclal AKMAN'ın
Araştırma İzni

16.12.2022

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

- İlgi: a) Millî Eğitim Bakanlığının 21.01.2020 tarihli ve 1563890 sayılı 2020/2 Sayılı Genelgesi.
b) 03.11.2022 tarih ve E-281581 sayılı yazınız.
c) Valilik Makamı'nın 15.12.2022 tarihli ve E-65982497 sayılı Olurları.

İlgi (b) yazınızda; üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Eğitimi Doktora Öğrencisi İclal AKMAN'ın "STEM Uygulamalarının Ortakul Öğrencilerinin STEM Okuryazarlığı ve 21.YY Becerilerinin Gelişimine Etkisi " konulu çalışması için ilgi (b) yazı ekinde belirtilen ilimiz Çine, Efeler, ve İncirliovadaki resmi/ özel ortaokullarındaki ve Bilim Sanat Merkezindeki öğrenciler ile çalışma yapma isteği, ilgi (a) Millî Eğitim Bakanlığı 2020/2 sayılı genelgesi doğrultusunda incelenmiş olup, inceleme sonucunda; **Çalışmanın 2022-2023 eğitim-öğretim yılı içerisinde okul idaresinin gözetiminde, denetiminde ve uygun göreceği zamanlarda ve mühürlü ölçeğin kullanılarak yapılmasını uygun gören Valilik Makamının ilgi (c) Olurları ekte gönderilmiştir.**

Bilgilerini ve gereğini arz ederim.

Seyfullah OKUMUŞ
İl Millî Eğitim Müdürü

Eki:

- 1- İlgi (b) yazı ve ekleri
- 2- İlgi (c) Olur (1 Adet)

Adres : Meşrutiyet Mh. Kültür Cd. No:20 Efeler/AYDIN

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

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

Telefon No : 0 (256) 215 10 28

E-Posta : yuksekokretimyurtdisi09@meb.gov.tr

Keş Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bilgi için: Ayşegül UCA

Unvan : Programcı

Faks: 2562251268

İnternet Adresi : <https://aydin.meb.gov.tr/>

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 7b67-cd1d-3714-ac84-c350 kodu ile teyit edilebilir.



Ek 3. MEB Ölçek Soru Kullanım İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 16.06.2022-219959



T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri
Genel Müdürlüğü

Sayı : E-44894279-824.01.04-51991451
Konu : Ölçek Soru Kullanım İzni
(İclal AKMAN)

16.06.2022

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

10.132.1.19

İlgi : 13.06.2022 tarihli ve E-93282220-302.08.01-218090 sayılı yazınız.
100348
17.06.2022

İlgi'de kayıtlı yazınızda Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Doktora programı öğrencisi İclal AKMAN'ın, Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER danışmanlığında yürüttüğü "STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin STEM Okuryazarlığı ve 21. Y.Y. Becerilerinin Gelişimine Etkisi" başlıklı tez çalışması kapsamında akademik başarı testi içerisinde yer alan ve Bakanlığımız Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan beceri temelli sorular ve kazanım testi sorularından bazılarının araştırmasında kullanma talebine yönelik dilekçesi incelenmiştir.

Adı geçenin söz konusu soruları hiçbir ticari faaliyette kullanmamak şartıyla sadece bahsi geçen tez çalışmasında dilekçesindeki amaca uygun olarak kullanması uygun görülmektedir.

Bilgilerimi ve gereğini rica ederim.

Murat İLİKHAN
Bakan a.
Genel Müdür

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Balıkcınar Mahallesi No.159 Gölbaşı/ANKARA

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

Telefon No : 0 (312) 413 46 07

Bilgi için: İrfan GÖRGÜT

E-Posta: odgm_sogfb@meb.gov.tr

İnternet Adresi: odgm.meb.gov.tr

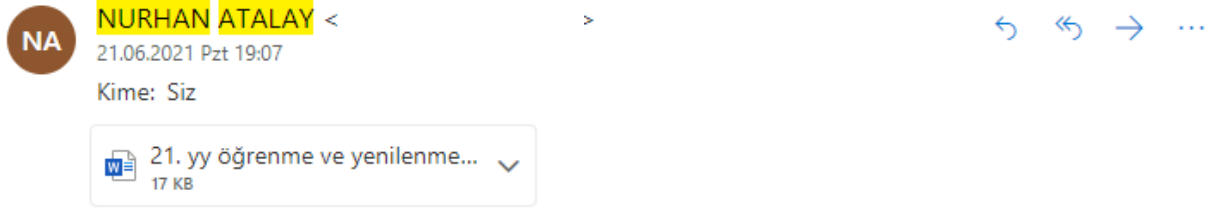
Ünvan : Programcı

Keş Adresi : meb@is01.kep.tr

Faks: _____

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrak.sorgulama.meb.gov.tr> adresinden ca9d-9a8b-3b64-81f8-e3d2 koda ile teyit edilebilir.

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.
Evrak sorgulaması <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5256&eD=BSC88NV566&eS=219959> adresinden yapılabilir.

Ek 4. 21. yy öğrenme ve yenilenme becerileri ölçeği izin yazısı

Merhaba hocam, ilgili ölçek ektedir. Ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar dilerim.

----- Orijinal Mesaj -----

Kimden: "İclal akman" < >

Kime:

Gönderilenler: 18 Haziran Cuma 2021 11:25:09

Konu: 21. Yy Becerileri Ölçeği

Hocam merhabalar, ben İclal AKMAN. Pamukkale Üniversitesi İlköğretim Fen Eğitimi'nde doktora öğrenciyim. Tezimde STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin STEM Okuryazarlıkları ve 21. Yy. Becerilerine Etkisi"ni çalışmaktayım. Eğer sizin için de uygunsa 2016 yılında yapmış olduğunuz "A Scale Development for 21st Century Skills of Primary School Students A Validity and Reliability Study" adlı çalışmanızda yer alan ölçeğinizi çalışmamda kullanmak isterim. Yardımcı olursanız çok sevinirim. İyi Çalışmalar

Windows'u etkinleştirin
Windows'u etkinleştirmek için
Ayarlar'a gidin.

Ek 5. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri İzin Yazısı



İclal akman

Kime:



26.06.2020 Cum 01:32

Hocam merhabalar, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde doktora öğrencisiyim. Sizin 2018 yılında Türkçeye uyarlamış olduğunuz "Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri" ölçeğinizi sizin için de bir mahsuru yoksa doktora çalışmamda kullanmak isterim. Bana bir nüshasını gönderirseniz çok sevinirim. Göstermiş olduğunuz emek ve destek için şimdiden çok teşekkürler. Saygılarımla



Dr. Öğr. Üyesi Demet BARAN BULUT

22:25



Kime: İclal akman

İclal Hocam merhaba,

2018 yılında Türkçeye uyarlamış olduğumuz "Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri"ni yapacağınız çalışmada kullanmanız yönünde makaledeki ortak yazarlar ve sorumlu yazar olarak ben size izin veriyoruz.

Çalışmalarınızda başarılar dileriz.

Ek 6. Ekosistem Mühendisleri: Kurtlar Etkinliği İzin Yazısı

Re: İclal AKMAN-Doktora Tez Çalışması Hakkında

28.11.2023 Sal 09:48 tarihinde yanıtladınız



Isil Koc-Sari <

>

Kime: Siz

Sevgili İclal,

Etkinlik çalışmana bir nebze katkı sağladıysa ne mutlu! Öğrencimin de bilgisi dahilinde memnuniyetle kullanabilirsin. Kolaylıklar dilerim.

Esen kal

--

Doç. Dr. Işıl Koç Sarı

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi

Ek 7. Balık Avlama Oyunu STEM Uygulamasının Etkinliğe Dönüştürülmesi İzni

NU Necla Dönmez Usta < >
Kime: Siz

Merhabalar,
Elbette kaynak göstererek kullanabilirsiniz. Teşekkür ederiz güzel düşünceleriniz için, iyi çalışmalar dilerim.

İclal akman < >, 2 Ara 2023 Cmt, 14:40 tarihinde şunu yazdı:
Hocam mailin size ulaşip ulaşmama ihtimaline karşı tekrar gönderiyorum. İyi çalışmalar

Gönderen: İclal akman
Gönderildi: 28 Kasım 2023 Salı 10:23
Kime:
Konu: İclal AKMAN-Doktora Tez Çalışması Hakkında

Hocam merhabalar,
Ben Pamukkale Üniversitesi fen eğitimi bölümünde doktora öğrencisiyim. Tez konum "STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin STEM Okuryazarlığı ve 21. Yy. Becerilerinin Gelişimine Etkisi ". Çalışmam sırasında öğrencilere biyoçeşitlilik konusunda giriş etkinlikleri ardından kendi oluşturduğum STEM Uygulamaları yaptım. Giriş etkinlikleri sırasında yazmış olduğunuz "Digital game design-based STEM activity: Biodiversity example" çalışmasında yer alan "Balık Avlama Oyunu Tasarlama" etkinliğinden de esinlenerek sizleri kaynak göstererek "Balık Avlama Oyunu Etkinliği" oluşturmaya çalıştım, hocam. Örnekleme grubum bir köy okulu olduğu için (şartlar sebebiyle) çalışmanızda yer alan tasarım çalışmasına yer veremediğim ve öğrenciler de yararlısın istediğim için Sorgulama-Hayal Etme-İfade Etme etkinliği şeklinde düzenlemeye çalıştım hocam. Eger izniniz olursa kaynak göstererek tez içinde de bu etkinliği kullanmak isterim, hocam. İncelemeniz için etkinliği size dosya olarak atıyorum hocam. Bu arada çok beğenerek incelediğim bir kaynağı, emeğiniz ve desteğiniz için çok teşekkürler hocam. İyi çalışmalar.

Ek 8. Veli İzni

Ek-1
Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, "STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin STEM Okuryazarlığı ve 21. YY. Becerilerinin Gelişimine Etkisi" adıyla, 2022-2023 Eğitim Öğretim yılında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Stem uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin Stem okuryazarlığı ve 21. Yy. becerilerinin gelişimine etkisini araştırmaktır.

Araştırma Uygulaması: Anket / Akademik Başarı Testi / Gözlem / Görüşme şeklindedir.

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

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

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

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

Araştırmacı : İclal AKMAN
İletişim bilgileri : Fen Bilimleri Öğretmeni
Tel: 05056793729 e-mail: [REDACTED]

Veli/bulduğum S.16 sınıfı 606 numaralı öğrencisi [REDACTED]
[REDACTED]'in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum.
(Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz*).

21.11.2022

İsim-Soyisim İmza: [REDACTED]
Veli Adı-Soyadı : [REDACTED]
Telefon Numarası : [REDACTED]

Ek 9. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi -1

Sevgili öğrenciler, aşağıda hazırlanmış olan sorular sizlerin “Biyoçeşitlilik” konusundaki düşüncelerinizi belirlemeye dönük bir uygulamadır. Toplanan veriler bir araştırma kapsamında incelenecek olup hiçbir şekilde isimleriniz paylaşılmayacaktır. Soruları dikkatli bir şekilde okuyup sizlere uygun olan seçenekleri işaretlemenizi beklemekteyiz. Süreniz 20 dakikadır. Yardımlarınız için teşekkür eder, başarılar dileriz.

İclal AKMAN

Fen Bilimleri Öğretmeni

AD-SOYAD:

SINIFI:

PUANI:

1) Doğal sebepler ve insan faaliyetleri canlıların yok olmasına neden olmaktadır.

I-Çevre kirliliği

II-Aşırı avlanma

III-Canlıların kendi arasında av bulma çabası

IV-Ormanlık alanların yapılaşmaya izin verilmesi

Yukarıda verilen canlıların yok olmasına neden olan etkilerden hangileri insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkar?

A) I,II ve III

B) I,II ve IV

C) II ve III

D) III ve IV

2) Nesli tükenme tehlikesi altında olan bir canlı türünü korumak için;

I. Yaban hayatı koruma alanları oluşturulmalıdır.

II. Risk altındaki canlıların avlanması tamamen yasaklanmalıdır.

III. İnsanların bu canlıları evlerinde beslemelerine izin verilmelidir.

uygulamalarından hangileri yapılabilir?

A) I ve II

B) I ve III

C) II ve III

D) I, II ve III

3) Bir bölgedeki tüm canlıların tür ve çeşitlerin sayıca zenginliğine biyoçeşitlilik denir.

Aşağıda verilen yaşam alanlarından hangisinde biyoçeşitlilik **daha fazladır**.

A)

-Ağaç (30 Çeşit)
-Böcek (50 Çeşit)
-Kuş (70 Çeşit)
-Çalı (20 Çeşit)

B)

-Ağaç (10 Çeşit)
-Böcek (30 Çeşit)
-Kuş (80 Çeşit)
-Çalı (50 Çeşit)

C)

-Ağaç (50 Çeşit)
-Böcek (50 Çeşit)
-Kuş (70 Çeşit)
-Çalı (90 Çeşit)

D)

-Ağaç (5 Çeşit)
-Böcek (30 Çeşit)
-Kuş (10 Çeşit)
-Çalı (7 Çeşit)

4) Son zamanlarda denizlerdeki aşırı kirlilik, teknolojik donanımlı tekneler, balıkçıların bilinçsizce aşırı avlanması ve av yaşama uymaması nedeniyle Karadeniz'de avlanabilir 8 çeşit balık türü kaldı. Bundan 35 yıl önce yaklaşık 40 çeşit avlanabilir balık bulunurken



bölgede gün geçtikçe balık nesli tükeniyor. Bu durumun çözülebilmesi için acil önlemler alınması gerekiyor.

Buna göre Karadeniz bölgesinde balık neslinin tükenmesini önlemek için,

I-Balıkçılıkla uğraşan kişilere bilinçlendirici eğitimler verilmelidir.

II-Kaçak ve kontrolsüz avcılık için gerekli önlemler alınmalıdır.

III-Denizi kirleten kurum ve kuruluşlar sıkı bir şekilde denetlenmelidir.

tadbirlerinden hangileri alınmalıdır?

A) I ve II

B) I ve III

C) II ve III

D) I, II ve III

- 7) Balon balığı ülkemizin denizlerinde yaşayan doğal bir tür olmayıp Hint Okyanusu'ndan göç etmiştir. Akdeniz'de yaklaşık 600 balık türü bulunmaktadır ve bu türlerin içerisinde balon balığının bir düşmanı bulunmamaktadır. Rakibi olmadığı için hızlı üreyen istilacı bir tür haline gelmiştir. Genellikle karides, ahtapot, yengeç ve küçük balıklar gibi canlılarla beslenir.



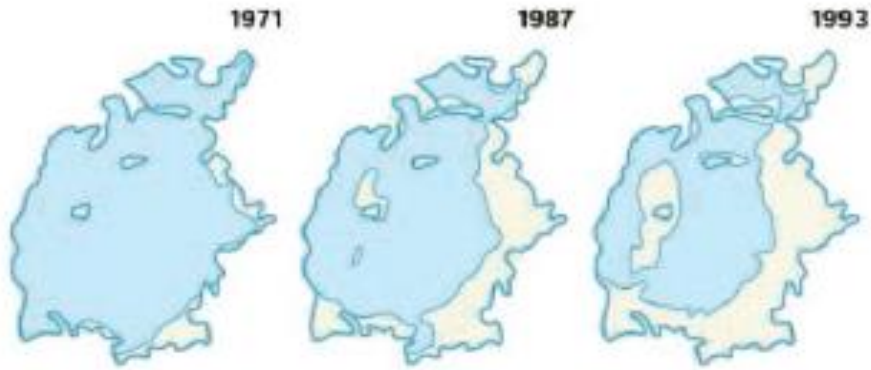
Verilen bilgilere göre balon balıkları ile ilgili,

- I.** Rakibi olmadığından sayıları azalacaktır.
- II.** Akdeniz'deki biyoçeşitliliği olumsuz etkileyecektir.
- III.** Denizlerimizdeki balıkçılık faaliyetlerini artıracaktır.

çıkarımlarından hangileri doğrudur?

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

- 8) Aral Gölü'ndeki yıllara bağlı su seviyesindeki değişim aşağıdaki görsellerde verilmiştir.



Bu görüntülerden hareketle, göldeki su seviyesinin tekrar eski haline dönmesi için bir önlem alınmadığı takdirde aşağıdaki durumlardan hangisinin gerçekleşmesi beklenmez?

- A) Bölgedeki balık konserve tesislerinin sayıları azalır.
- B) Göldeki su seviyesi azalmaya devam eder.
- C) Göldeki canlı çeşitliliği aynı kalır fakat canlı sayısı azalır.
- D) Göldeki çölleşme artar.

- 9) Görseldeki uydu fotoğraflarında Burdur Gölü'nün 1984 ve 2020 yıllarındaki su seviyeleri görülmektedir. (Koyu renkli alanlar gölün su havzaları temsil etmektedir.)



Şekil-1

Şekil-2

Buna göre aşağıdakilerden hangisi bu değişimin meydana gelmesine neden olan etkenlerden biri değildir?

- A) Küresel ısınma
 B) Çarpık şehirleşme
 C) Artan hidroelektrik santralleri
 D) Biyolojik çeşitlilik
- 10) Bir bölgede yaşayan canlıların çeşitlerinin sayıca zenginliğine *biyoçeşitlilik* denir. Aşağıda üç farklı akvaryum ve bu akvaryumda yaşayan canlılar verilmiştir.



I.

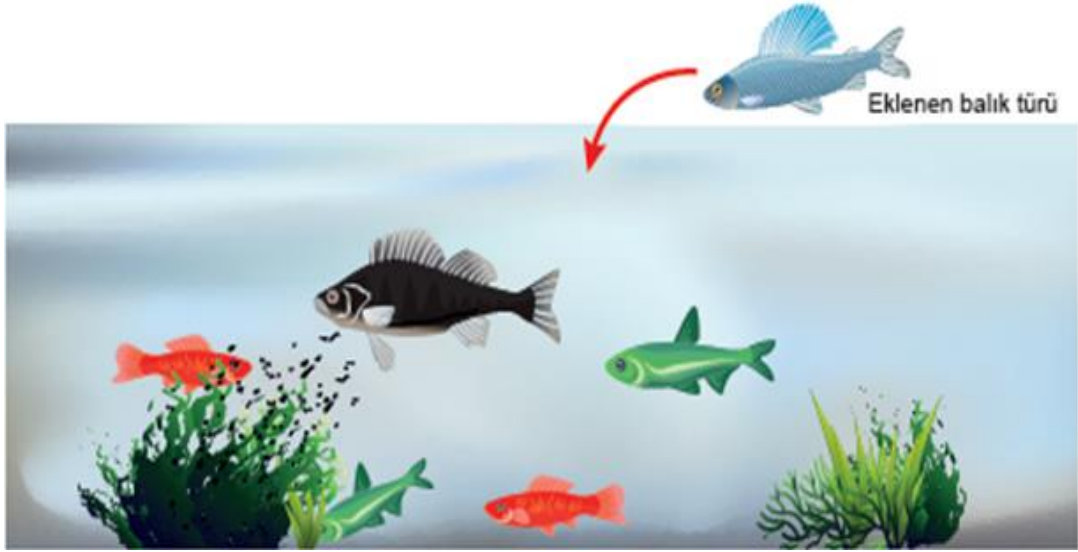
II.

III.

Akvaryumlar *biyoçeşitlilik* (içinde bulundurduğu canlı çeşidi) bakımından karşılaştırıldığında aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- A) I=III>II B) I=II=III C) I>II>III D) II>I=III

- 11) Araştırmacılar tarafından bir göldeki balık çeşidini artırmak amacıyla o göle mavi balık türü eklenmiştir.



Mavi balık türünün kırmızı ve yeşil balıkları besin olarak kullandığı fark edilmiş ve gölde bulunan balık sayısının zamanla değişimi aşağıdaki tabloya kaydedilmiştir.

	Siyah Balık	Kırmızı Balık	Yeşil Balık	Mavi Balık	Toplam Balık Sayısı
Aralık	200	350	300	0	850
Ocak	200	350	300	50	900
Şubat	180	300	250	200	930
Mart	150	200	100	500	950
Nisan	120	0	0	950	1070

(Yalnızca tabloda belirtilen türlerin değişiklikten etkilendiği varsayılacaktır.)

Yukarıdaki tablo incelendiğinde,

- I.** Mavi balık göle ocak ayında eklenmiştir.
- II.** Balık sayısının artması biyoçeşitliliğin arttığını gösterir.
- III.** İnsan davranışları biyoçeşitliliği etkileyen faktörlerdendir.

çıkarımlarından hangileri yapılabilir?

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

12)



Catskill Dağları-Newyork

Dünya’da doğal kaynak suları ve içilebilir sağlıklı su açısından uygun olan en önemli yerlerden biri Newyork’ta yer alan Catskill Dağları’dır. Catskill Dağları, Newyork Belediyesi’nin özenli çalışmasının ürünüdür. Newyork Belediyesi çevre kirliliğinin hızla arttığı Dünya’da suyun sağlığını oluşturmak için önce geçtiği yerlerin sağlığını korumayı amaçlamıştır. Öncelikle Catskill Dağları’ndaki ırmak havzalarının doğal görevlerini yerine getirmesini sağlamış, suyun süzülüp temizlenmesine bile gerek kalmadan kullanılabilir olmasını sağladı. Böylece hassas toprakları tekrar kazandı, çiftçilerle ormancılarla toprağa kimyasal madde bulaştırmamaları için anlaşmalar imzaladı. Topraktaki mikroorganizmalar da kimya mühendisleri gibi toprak altına süzülen suyu arıttı, temizledi ve tekrar doğaya sundu. Dünya’nın en iyi içme suyu Catskill Dağları’nda üretilmiş oldu. Bu projeye suyun sağlığını biyoçeşitliliğin ve çevrenin sağlığı oluşturduğu ortaya çıkmış oldu.

Yukarıdaki metne göre aşağıdaki çıkarımlardan hangisi **yapılamaz?**

- A) Belediyeler ürettikleri projelerle suyun sağlığını koruyabilir.
- B) Suyun geçtiği yerlerdeki çevrenin kirliliği suyun kalitesini etkiler.
- C) Dünya’da sadece Newyork’ta doğal kaynak suları bulunmaktadır.
- D) Topraktaki mikroorganizmalar kimya mühendisleri gibi çalışırlar.

Ek 10. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı (BETBİB) Testi -2

Sevgili öğrenciler, aşağıda hazırlanmış olan sorular sizlerin “Biyoçeşitlilik” konusundaki düşüncelerinizi belirlemeye dönük bir uygulamadır. Toplanan veriler bir araştırma kapsamında incelenecek olup hiçbir şekilde isimleriniz paylaşılmayacaktır. Soruları dikkatli bir şekilde okuyup fikirlerinizi açık bir şekilde ifade etmenizi beklemekteyiz. Süreniz 40 dakikadır. Yardımlarınız için teşekkür eder, başarılar dileriz.

İclal AKMAN /Fen Bilimleri Öğretmeni

AD-SOYAD:

SINIFI:

PUANI:

13)



Ata(yerli) tohumları, değişen iklim ve çevre koşullarına rağmen geçmişten günümüze ulaşmış tohumlardır. Binlerce yıllık genetik hazineyi içinde taşırlar. Fakat son yüzyılda nüfusun hızla artması, kısa sürede çok sayıda, kaliteli ürün ihtiyacı oluşturmuştur. Bu durum ata tohumların yerini hibrit tohumların almasına sebep olmuş, ata(yerli) tohumların üretimi ve kullanımı azalmıştır. Hatta ata(yerli) tohumları yok olmayla karşı karşıya kalmıştır. Son yıllarda hibrit tohumların genetiğiyle oynandığı ve bazı hastalıklara sebep olabileceği gerekçesiyle ata tohumlarının tekrar kullanımı ve yaygınlaştırılmasıyla ilgili bazı çalışmalar yürütülmektedir.

(Hibrit Tohum: Laboratuvar ortamında daha kaliteli ve yüksek verimli ürün elde etmek için genetiği ile oynanmış tohum)

Ata(Yerli) tohumlarıyla ilgili yukarıda verilen bilgilerden yola çıkarak;

a) Ata(Yerli) tohumların kullanılmasının çevreye olumlu etkileri neler olabilir?

b) Çevrenizde bulunan hangi meyve sebzeler ata(yerli) tohumu olabilir?

- 14) Bir gazete haberine göre İstanbul Rumeli Üniversitesi 2019 Eylül'de Avustralya'da yaşanan, 240 gün süren yangınları mercek altına almış ve bir değerlendirme raporu yayınlamıştır. Değerlendirme raporunda, Avustralya'da yaşanan yangınları mega yangın olarak sınıflandırmak ve doğadaki bu gerçeği fark etmek gerektiği vurgulanmıştır.



Rapora göre iklim değişikliğine bağlı olarak karşımıza çıkacak risklerden

biri mega yangınlardır. Mega yangınlar kuraklıkların yaşandığı alanlarda görülen ve iklim değişikliği ile birlikte sadece doğal alanlarla sınırlı kalmayarak insan yerleşimlerini de kapsamına alarak büyük boyutlara ulaşabilmektedir. Alevlerin yüksekliğinin 70 metreyi aşan, saatte 90 Km hızla ilerleyen mega yangınlar, 45 C sıcaklıkta yaşanan yangında, itfaiye teşkilatlarının bile ulaşamaz kabul ettiği alarm seviyelerine çıkmaktadır. En son 2. Dünya Savaşı sırasında bombalanan kentlerde yaşanan yangınlarda ve atom bombası atılan Japon kentlerinde görülmüş yangınlardır.

Mega yangınlarla ilgili yukarıdaki bilgilerden yola çıkarak,

- a) Mega yangınları dünyadaki biyoçeşitliliği (canlı çeşitliliğini) nasıl etkiler? Yorumlayınız.
- b) Siz bir bilim insanı olsaydınız bilirkişi veya karar verici olarak ülkenizde böyle bir mega yangın oluşmadan önce ne gibi önlemler alınmasını tavsiye ederdiniz? Belirtiniz.

15) Dünya Doğayı Koruma Birliği, bir gazete haberine göre incelediği canlı türleri arasında 27 bininin neslinin tükenme tehdi altında bulunduğunu bildirdi. IUNC, bu canlı türleri arasında dünyada üretilen ürünlerin oluşmasında en büyük katkı sağlayan arıların yok olma riskinin yüzde 40 olduğunu belirtti. Arıların, bitkilerin üremesini ve meyve oluşumunu sağlayan önemli faktörlerden biri olduğu düşünüldüğünde arı neslinin tükenme tehlikesi altında olması diğer tüm canlılarda olduğu gibi doğanın dengesini ve devamlılığını bozar.



Bu durumdan yola çıkarak;

- Arıların neslinin tükenme tehlikesi altında olmasının sebepleri neler olabilir?
- Nesli tükenme tehlikesi altında olan canlılarla ilgili hangi önlemler alınmalıdır? Açıklayınız.

16) Çöl çekirgeleri, sürüler halinde gezen, çok çabuk üreyebilen istilacı bir çekirge türüdür. Her gün 150 kilometre yol alabilen bu çekirgeler, bir kilometrelik alanda 40-80 milyon çekirge anlamına geldiği için gittikleri bölgelerde tarım alanlarına ciddi zararlar vermektedirler. Birleşmiş Milletler (BM) özellikle Doğu Afrika için çekirge istilalarının etkisinin ciddi boyutlara ulaşabileceği konusunda açıklamalar yapmış olup son yıllarda Irak ve İran'ı etkisi altına alan istilacı çekirgeler, Güneydoğu Anadolu bölgemizi de tehdit etmiştir. Hatta Güneydoğu Anadolu bölgemizde yaşayan çiftçilerimize sık sık uyarılarda bulunulmuştur.

Yukarıda istilacı çekirgelerle ilgili bazı bilgilere yer verilmiştir. Buna göre çekirgelerin gittikleri bölgelerdeki biyolojik çeşitliliğe etkisiyle ilgili aşağıda bazı yorumlamalar yapılmıştır. Yorumların doğru ya da yanlış olmasına göre Doğru (D) / Yanlış (Y) şeklinde doldurunuz.

Yorumlar	Doğru (D) / Yanlış (Y)
1. Çekirgelerin üremeye devam etmesi daha çok insana yetecek gıdanın tükenmesine yol açar.	
2. Çekirgeler sadece insanların gıdalarını tüketir.	
3. Çekirgelerin istilası sadece geçtiği bölgeleri etkiler.	
4. Diğer canlıların azalmasına sebep olmaz.	

17) Bir bölgedeki canlı çeşitliliği ortam koşullarına göre değişir. Her canlı kendisine uygun ortam koşullarında yaşarlar. Örneğin ülkemiz ılıman kuşakta yer alan ve üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olduğu için biyoçeşitlilik bakımından Dünya'nın önde gelen ülkelerinden biridir.

2017 yılında Doğal Hayatı Koruma Derneği'nin açıkladığı verilere göre karada ve suda yaşayan birçok canlı çeşidimiz bulunmakta olup aşağıdaki tabloda canlı grupları ve çeşit sayıları verilmektedir.

Canlı Grubu	Çeşit Sayısı		Canlı Grubu	Çeşit Sayısı
Memeli Hayvan	161		Kuş	466
Sürüngen	141		Kurbağa	22
Omurgasız Hayvan	70.000		Tatlı Su Balığı	236
Deniz Balığı	480		Bitki	13.000

Yukarıdaki tablo incelendiğinde aşağıda yer alan ifadelerin karşılığını Evet (E) ya da Hayır (H) olmasına göre kutucukları doldurunuz.

İfadeler	Evet(E)/ Hayır (H)
Balık ve kurbağa çeşitleri hariç diğer canlıların hepsi karada yaşamaktadır.	
Ülkemiz tür çeşitliliği açısından zengin ülkelerdendir.	
Ülkemizde sekiz farklı tür yer almaktadır.	
En fazla tür sayısı Ege Bölgesi'nde yer almaktadır.	

18)



Çekirgeleri ve yaşamlarını merak eden Toygar ve Ilgın, çekirgelerin yaşam sürecini izlemek için beraber çekirge teraryumu oluşturmaya karar vermişlerdir. Toygar ve Ilgın ikisi de birer teraryum alırlar, onların yaşayabilmesi için gerekli malzeme ve canlıları terraryuma yerleştirirler ve evlerinin bahçesinden birer çekirge yakalayıp terraryuma koyarlar. Teraryumun ağzını, içindeki çekirgelerin kaçmalarını engelleyip hava alabilmelerini sağlamak için ince delikli bir tülbentle kapatırlar.

Toygar



Çim, Buğday filizi,

Ağaç yaprağı, Solucan, Su

Ilgın



Çim, Solucan,

Böcek, Sinek, Su

Toygar teraryumuna çim, buğday filizi, ağaç yaprakları, solucan ve su koyarken; Ilgın çim, solucan, böcek, sinek, su koymayı tercih etmiştir. Toygar ve Ilgın çekirgelerinin büyümelerini her gün merakla takip ederlerken belli bir süre sonra Ilgın'ın çekirgesi yaşamını yitirdiğini görürler.

(Teraryum; genellikle cam ve şeffaf plastik malzemelerden yapılan, içinde sürüngenler ve böcekler gibi küçük hayvanlar ile bazı bitki türlerinin yaşayabildikleri kara ortamının ve atmosferin taklit edilip yapay olarak oluşturulduğu küçük ekosistemlerdir. Terraryumdaki böcekler çekirge yiyen bir tür değildir.)

Yukarıda anlatılan Toygar ve Ilgın'ın araştırmalarıyla ilgili olarak;

a) Sizce Ilgın'ın çekirgesinin yaşamını yitirme sebepleri neler olabilir? Yorumlayınız.

b) Çekirgelerin daha uzun süre teraryumda yaşayabilmesi için neler yapılması gerekir?

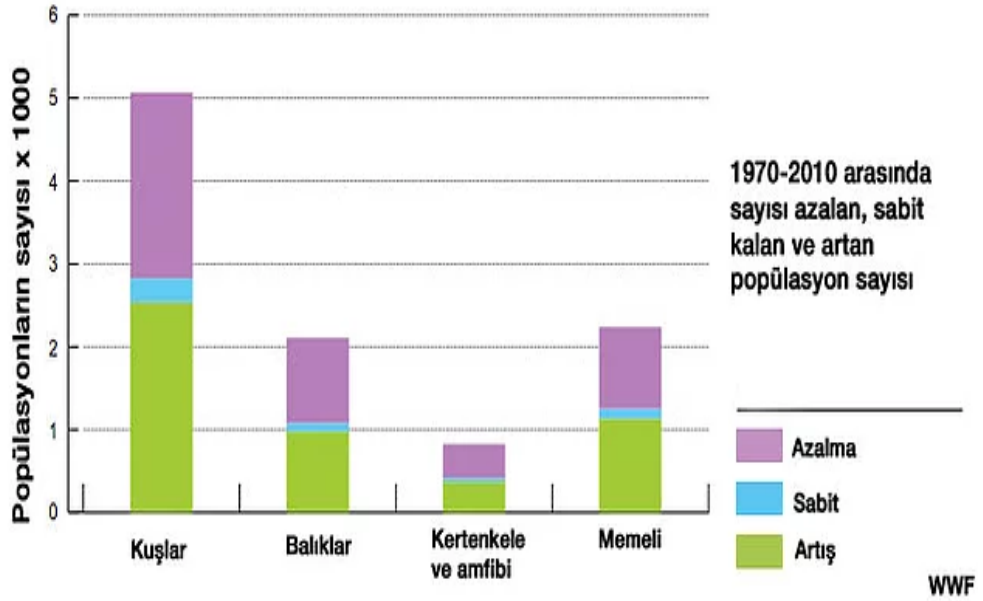
19)



Su canlılar için yaşam kaynağıdır. Suyun sağlığını, kalitesini geçtiği yerler belirler. Böcek zehri, ot kurutan veya ağır metaller gibi insan sağlığını tehdit eden maddelerin atıldığı yerlerden geçen sular işlem görmeden içilmesi uygun olmayanlar sulardır. Mineralce zengin yerlerden, temiz ormanlar, akarsular, meraların içinden geçen sular, işlem görmeden içilebilir sağlıklı sulardır. Bu şekilde oluşan sulara doğal kaynak suyu denir. Doğal kaynak sularının sayıları Dünya’da ve ülkemizde çevre kirliliğinden dolayı hızla azalmaktadır.

- a) Yukarıdaki metne göre biyoçeşitliliğin sağlığı ile suyun sağlığı arasındaki nasıl bir ilişki olduğunu açıklayınız.
- b) Ülkemizde çevreyi, biyoçeşitliliği ve sularımızı korumak adına hangi projeler yürütülebilir? Belirtiniz.

20)



Dünya Doğayı Koruma Vakfı'nın belirttiğine göre hem ılıman hem tropikal bölgelerde biyolojik çeşitlilik azalıyor. Biyolojik çeşitlilik en fazla tropik iklimlerde azalma göstermektedir. Bu azalma ılıman iklimlerde yüzde 36 iken tropikal bölgede yüzde 56 azalmış, en fazla azalma ise Latin Amerika'da yüzde 83'lük düşüş gözlenmektedir. Bu düşüşlerin en büyük sebeplerinden biri insan etkisi olarak görülmektedir.

(Tropikal İklim: Ekvatorial kuşak ile çöller arasında geçiş iklimidir. Ortalama sıcaklık 20 derecedir, yazlar yağışlı, kışlar ise kurak geçmektedir. Doğal bitki örtüsünü savanlar oluşturmaktadır.)

Ilıman İklim: Kutup iklimi ile ekvatorial iklim arasında kalan iklim türüdür. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bu iklimin bitki örtüsü makidir.)

Buna göre;

- Biyolojik çeşitliliğin ılıman iklimlere göre en çok tropikal iklimlerde azalma göstermesinin altında yatan nedenleri neler olabilir?
- İnsan kaynaklı sebepler neler olabilir? (En az 3 sebep yazınız.)
- İnsan kaynaklı olmayan sebepler neler olabilir?

Ek 11. 21. yy. Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Ölçeği

21. YÜZYIL ÖĞRENME VE YENİLENME BECERİLERİ ÖLÇEĞİ			
	Hiçbir zaman	Bazen	Her zaman
Yaratıcılık ve Yenilenme			
1. Yeni şeyler öğrenmeye istekliyimdir.			
2. Konu ile ilgili merak ettiğim şeyleri farklı kaynaklardan (internet, kitap, v.b.) araştırırım.			
3. Bir konuya çalışırken edindiğim bilgileri kendi anlayacağım bir biçimde not alabilirim.			
4. Zamanımın çoğunu zor problemlerle uğraşarak geçirebilirim.			
5. Derste konu ile ilgili verilen örnekleri kafamda canlandırabilirim.			
6. Hayal gücümü kullanarak yeni ürünler (model, materyal, vb.) ortaya çıkarabilirim			
7. Bir soruyu çözerken aklıma gelen çözüm yollarını bir süre düşündükten sonra problemi çözmeye başlarım.			
8. Sorularımı çözerken herhangi bir sorunla karşılaşırsam kendim bir çözüm yolu bulmaya çalışırım.			
9. Soruların çözümüne yönelik özgün (orijinal) öneriler sunabilirim.			
10. Bir problemi kendime göre farklı bir biçimde ifade edebilirim.			
11. Problemi çözmek için bilgi kaynaklarını kullanabilirim.			
12. Konu ile ilgili edindiğim bilgileri farklı yollarla (resim, grafik, modelleme) ifade edebilirim.			
13. Proje ödevlerinde yeni (orijinal) bir ürün (model, materyal) geliştirebilirim.			
14. Soruları çözerken adım adım ilerlemeyi tercih ederim.			
15. Öğretmenimin sorduğu zor bir problemi çözmek için uğraşmam.			
16. Başarılı olduğumda ailemden ödül olarak bilim merkezlerine götürülmeyi isterim.			
17. Bir konuya çalışırken merak ettiğim şeyler olur.			
18. Yeni teknolojiler ilgimi çeker.			
19. Bilimsel ve teknolojik gelişmeleri anlatan yayınları(dergi) takip ederim.			
20. Bilim kurgu filmlere (animasyon) karşı meraklıyım.			
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme			
21. Bir konuya çalışırken (okurken, dinlerken) farklı görüşleri karşılaştırabilirim.			
22. Bir konuya çalışırken zıtlıkları (çelişkileri) fark edebilirim			
23. Bir konuya çalışırken anlatılan ya da söylenenlere şüphe duymadan inanırım.			
24. Benim için doğru olan bir şeyi ispatlamaya gerek yoktur.			
25. Konu ile ilgili edindiğim bilgileri sınıf ortamında paylaşıyorum.			

26. Konu ile ilgili günlük yaşamdan örnekler verebilirim.			
27. Konu ile ilgili görüşlerimi kanıtlara dayalı olarak sunabilirim.			
28. Problemin çözümü için uygun materyali seçip kullanabilirim			
29. Problemin çözümü için toplanan veriler arasındaki ilişkiyi doğru olarak ifade edebilirim.			
30. Problemin çözümüne ve sonuca yönelik tahminlerde bulunabilirim.			
31. Problemin çözümüne yönelik yaptığım işlemleri bir şema halinde gösterebilirim.			
32. Düşüncelerimi tam olarak ifade edebilirim.			
<i>İşbirliği ve İletişim Becerisi</i>			
33. Grup içinde çalıştığım zaman bana verilen sorumlulukları yerine getirmek için çaba gösteririm.			
34. Grup çalışmalarında arkadaşlarımı desteklerim.			
35. Farklı yollarla edindiğim (yazılı, sözlü, laboratuvar, sınıf dışı ortam gibi) bilgileri arkadaşlarımla paylaşıyorum.			
36. Grup çalışmalarında çoğunluğun kararını kabul ederim.			
37. Grup çalışmalarında diğer arkadaşlarımdan düşünce ve önerilerini dinlerim.			
38. Grup çalışmalarında arkadaşlarımla iletişimde bulunurum.			
39. Grup içinde ortaya çıkan çatışmaları yapıcı bir biçimde çözümlerim.			

Ek 12. Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri

YARATICI PROBLEM ÇÖZME ÖZELLİKLERİ ENVANTERİ						
No	Maddeler	Hiçbir Zaman	Nadiren	Bazen	Sık Sık	Her Zaman
1.	Problemi birçok farklı yönden anlayabilirim.					
2.	Problemi arkadaşlarımdan daha farklı şekilde anlarım.					
3.	Çözüm zorlaştığında problemi tekrar anlamaya çalışırım.					
4.	Probleme ilgili birçok durum üzerinde kafa yorarım.					
5.	Benim çözümlerim birçok arkadaşımınkinden farklıdır.					
6.	Problem çözerken birden fazla çözüm yolu aklıma gelir.					
7.	Problemi çözmek için kullanacağım birden fazla çözüm yolları vardır.					
8.	Problemi çözmek için aklımda birden fazla plan vardır.					
9.	Planımın doğru olup olmadığına karar vermek için farklı fikirler üretirim.					
10.	Planımın doğruluğunu desteklemek için farklı kaynaklara başvururum.					
11.	Problemin amacını belirlerim.					
12.	Problemin durumuna uyan çözümler ararım.					
13.	Problemi çözerken hataları kontrol ederim.					
14.	Çözümümü kontrol ederim ve hataları düzenlerim.					
15.	Problemin çözümü için yaptığım planların doğru olup olmadığını kontrol ederim.					
16.	Probleme uyan olası çözüm sayısını azaltırım.					
17.	Aklıma gelen birçok çözüm arasından en iyisini seçerim.					
18.	Problem çözümü için özel bir planım vardır.					
19.	Problem çözmeye yönelik özel bir ilgim vardır.					
20.	Probleme ilgili bir şeyleri anlamadığımda, cevabı kendi kendime bulmayı denerim.					
21.	Bir problemle karşılaştığımda o problemin çözümünü bulmak için can atarım.					
22.	Yeni çözümler bulmaya çalışırken kendimi rahat hissedirim.					
23.	Problemleri kendi yöntemlerimle çözmeyi severim.					
24.	Sık rastlanan problemleri çözmek için yeni fikirler denerim.					
25.	Bir problemle karşılaştığımda yeni çözümler					

	üretene kadar annem/babam sabırla bekler.					
26.	Problemi çözmek için yeni fikirler ürettiğimde annem/babam mutlu olur.					
27.	Annem/babam, problem çözümü için farklı yollar düşünmem konusunda beni cesaretlendirir.					
28.	Annem/babam, hatalarımı kendi başıma kontrol etmem ve düzeltmem için beni cesaretlendirir.					
29.	Annem/babam, daha iyi düşünmemi sağlamak için bana sorular sorar.					
30.	Annem/babam, problemi çözene kadar çalıştığımı gördüklerinde mutlu olur.					
31.	Annem/babam, problemi daha iyi anlamak için onlara sorular sorduğumda mutlu olur.					
32.	Annem/babam, bir problemin çözümü için farklı yollar denediğimde mutlu olur.					
33.	Annem/babam, beni kütüphanelere, müzelere ve kitapevlerine götürür.					
34.	Annem/babam, beni daha çok kitap okumam için cesaretlendirir.					
35.	Annem/babam, daha iyisini yapana kadar çalışmamı söyler.					
36.	Arkadaşlarım zor problemlerle karşılaştıklarında benden yardım etmemi isterler.					
37.	Problemleri arkadaşlarımdan daha hızlı çözerim.					
38.	Ödevlerdeki ve testlerdeki problemler bana kolay gelir.					
39.	Öğretmenim sorular sorduğunda cevaplarımı bilirim.					
40.	Benim notlarım arkadaşlarımdan notlarımdan daha iyidir.					

Ek 13. STEM Okuryazarlığı (SOY) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu

STEM OKURYAZARLIĞI (SOY) YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖZLEM FORMU					
Sınıf:	Grup Adı:	Grup Üye Sayısı:	Tasarım No:	Tarih:	Süre:
Mühendislik Tasarım Süreci Aşaması:					
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	Kanıtlar	Gözleme Ek Notlar-Yorumlar		
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme (problem belirleme=pb)				
	Problem veya sorunlara cevaplar arama (cevaplar arama=ca)				
	Gerekli bilgileri toplama (bilgi toplama=bt)				
	Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme (disiplin alanı belirleme=dab)				
	Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme (gerçek yaşamla ilişkilendirme=gyi)				
Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme (Bilgileri elde etme=bee)				
	Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma (bilimsel kaynaklardan yararlanma=bky)				
	Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma (uygun anahtar kelime=uak)				
	Konu hakkında farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı şekilde bütünleştirme(bilgileri anlamlı bir şekilde bütünleştirme=bab)				
STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler arama (çözümler arama=ça)				
	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler sunma (çözümler sunma=çs)				
	STEM kavram ve becerileri bir gerçek yaşam problemine uygulama (Gerçek yaşam problemine uygulama=gypu)				

STEM OKURYAZARLIĞI (SOY) YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖZLEM FORMU					
Sınıf:	Grup Adı:	Grup Üye Sayısı:	Tasarım No:	Tarih:	Süre:
Mühendislik Tasarım Süreci Aşaması:					
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar	Kanıtlar	Gözleme Ek Notlar-Yorumlar		
STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği	Disiplin alanlarına göre gerekli araçların belirlenmesi (araçları belirleme-ab)				
	Disiplin alanlarına göre gerekli süreçlerin belirlenmesi (süreç belirleme=sb)				
	STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma (bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma=bbyty)				
STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konuları tanımlama (konuları tanımlama=kt)				
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konulara yorum yapma (konulara yorum yapma=kyp)				
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak karar verme (karar verme=kv)				
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama yapma. (uygulama yapma=uy)				
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak önerilerde bulunma. (önerilerde bulunma=öb)				
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma (bilgi birikimlerini paylaşma=bbp)				
	STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama (farklı bilgi birikimlerini algılama=fbba)				

Ek 14. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu

MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ (MTS) YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖZLEM FORMU					
Sınıf:	Grup Adı:	Grup Üye Sayısı:	Tasarım No:	Tarih:	Süre:
Aşama					
	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Davranışlar	Kanıtlar	Gözleme Ek Notlar-Yorumlar	
1	Problem ve İhtiyaçın Tanımlanması	Senaryodaki ya da örnek olaydaki konuyu belirleme (kb)			
		Senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi belirleme (pb)			
		Senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi tanımlama (pt)			
		Kriterleri belirleme (kb)			
		Sınırlamaları belirleme (sb)			
		Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları tanımlama (iht)			
		Tasarıma yönelik hedeflerin belirlenmesi (hb)			
2	Problem ve İhtiyaçın Araştırılması	Tasarım kriterleri çerçevesinde problemin çözümünde kullanılacak teknolojiler, teknikler ve yöntemler gibi değişkenlerin belirlenmesi (ttyb)			
		Mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması (üça)			
		Fen bilimlerine yönelik ihtiyaçların araştırılması (fbia)			
		Mühendisliğe yönelik ihtiyaçların araştırılması (mia)			
		Teknolojiye yönelik ihtiyaçların araştırılması (tia)			
		Matematiğe yönelik ihtiyaçların araştırılması (maia)			
		Görsel sanatlara yönelik ihtiyaçların araştırılması (gia)			
		Diğer disiplin alanına yönelik ihtiyaçların araştırılması (ddia)			
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Kriterlere uygun çözümler üretmek (kuçü)			
		Sınırlamalara uygun çözümler üretmek (suçü)			
		Malzemelerin gerekçeli açıklaması (mga)			
		Çözümlerin maliyet açısından sınırlandırılması (çmas)			
		Çözümlerin zaman açısından sınırlandırılması (çzas)			
		Taslak çizimlerin yapılması (tçy)			
		Tasarımın nasıl çalıştığını ifade etmek için yeterli açıklamanın sunulması (tasarım açıklama sunma=tas)			
		Öğrencilerin tasarım problemi çerçevesinde etkili iletişim kurmaları (etkili iletişim kurma=eik)			

MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ (MTS) YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖZLEM FORMU					
Sınıf:	Grup Adı:	Grup Üye Sayısı:	Tasarım No:	Tarih:	Süre:
Aşama:					
	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Davranışlar	Kanıtlar	Gözleme Ek Notlar-Yorumlar	
4	En İyi Çözümü Seçilmesi	Kriterlere en uygun çözüm önerisi sunmak (kuçös)			
		Sınırlamalara en uygun çözüm önerisi sunmak (suçös)			
		Her bir çözüm için en uygun malzeme/malzemeleri seçmek (çums)			
		Olası çözümlerin avantaj ve dezavantajlar göz önünde bulundurularak karşılaştırılması. (öçk)			
5	Prototipin Oluşturulması	Malzeme analizlerini dikkate alarak prototip oluşturma (mapo)			
		Kriter dikkate alarak prototip oluşturma (kpo)			
		Sınırlamaları dikkate alarak prototip oluşturma (spo)			
		Belirlenen çözümü dikkate alarak prototip oluşturma (çpo)			
		Taslak çizimini dikkate alarak prototip oluşturma (tçpo)			
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Prototip için tasarım problemine uygun bir test yöntemi belirleme (putb)			
		Prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme (gtyb)			
		Prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme (gütyb)			
		Test sürecinde kriterleri göz önünde bulundurma (tskgb)			
		Test sürecinde sınırlamaları göz önünde bulundurma (tssgb)			
		Elde edilen verileri uygun şekilde kaydetme veya görselleştirme (tablo ve grafik vs) (vuşkg)			
		Analizden hareketle prototipin tasarım probleminin çözümüne uygun olup olmadığına karar verme (ptpçukv)			

MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ (MTS) YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖZLEM FORMU					
Sınıf:	Grup Adı:	Grup Üye Sayısı:	Tasarım No:	Tarih:	Süre:
Aşama:					
	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Davranışlar	Kanıtlar	Gözleme Ek Notlar-Yorumlar	
7	Yeniden Tasarlama	Belirlenen revizyonu tanımlama (rt)			
		Belirlenen revizyonu araştırma (ra)			
		Belirlenen revizyonu çözüm önerisi sunma (rçös)			
		Belirlenen revizyonu çözümlenme (rç)			
		Belirlenen revizyonu uygulama (ru)			
8	Çözümlerin Sunulması	Kriterlere odaklı sunum yapma (kosy)			
		Grupların eleştirilerini alma (ea)			
		Grupların eleştirilerini yanıtlama (ey)			
		Revizyon gereken bölümleri belirleme (rbb)			

Ek 15. Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirmesi Muhtemel STEM Okuryazarlığı Yetenekleri

Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirmesi Muhtemel STEM Okuryazarlığı Yetenekleri		
Basamak	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	STEM Okuryazarlığı Yetenekleri (Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon vd., 2021)
1	İhtiyaç ya da Problemin Tanımlanması	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği
2	İhtiyaç ya da Problemin Araştırılması	Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
5	Prototipin Oluşturulması	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
7	Çözümlerin Sunulması	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği
8	Yeniden Tasarlanması (<i>Bu aşamada tasarımda karar verilen revizyona göre kullanılacak olan STEM okuryazarlığı yetenekleri değişkenlik gösterebilir.</i>)	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği

Ek 16. STEM Okuryazarlığı (SOY) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu

Kısaltmaları

STEM Okuryazarlığı (SOY) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Kısaltmaları			
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar		Kısaltma
STEM Problemlerini Belirleme Yeteneği	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	Problem belirleme	pb
	Problem veya sorunlara cevaplar arama	Cevaplar arama	ca
	Gerekli bilgileri toplama	Bilgi toplama	bt
	Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme	Disiplin alanı belirleme	dab
	Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme	Gerçek yaşamla ilişkilendirme	gyi
Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme	Bilgileri elde etme	bee
	Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma	Bilimsel kaynaklardan yararlanma	bky
	Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma	Uygun anahtar kelime	uak
	Konu hakkında farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı şekilde bütünleştirme	Bilgileri anlamlı bir şekilde bütünleştirme	bab
STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler arama	Çözümler arama	ça
	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler sunma	Çözümler sunma	çs
	STEM kavram ve becerileri bir gerçek yaşam problemine uygulama	Gerçek yaşam problemine uygulama	gypu
STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği	Disiplin alanlarına göre gerekli araçların belirlenmesi	Araçları belirleme	ab
	Disiplin alanlarına göre gerekli süreçlerin belirlenmesi	Süreç belirleme	sb
	STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma	Bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma	bbyty
STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konuları tanımlama	Konuları tanımlama	kt
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konulara yorum yapma	Konulara yorum yapma	kyp
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak karar verme	Karar verme	kv

STEM Okuryazarlığı (SOY) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Kısaltmaları			
STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	SOY Davranışlar		Kısaltma
STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama yapma.	Uygulama yapma	uy
	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak önerilerde bulunma.	Önerilerde bulunma	öb
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	Bilgi birikimlerini paylaşma	bbp
	STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	Farklı bilgi birikimlerini algılama	fbba

Ek 17. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu

Davranışları Kısaltmaları

MTS	Davranışlar	Kısaltmalar	MTS	Davranışlar	Kısaltmalar
Problem ve İhtiyacın Tanımlanması	Konuyu belirleme	kb	Prototipin Oluşturulması	Malzeme analizlerine göre prototip oluşturma	mapo
	Problemi belirleme	pb		Kriter göre prototip oluşturma	kpo
	Problemi tanımlama	pt		Sınırlamalara göre prototip oluşturma	spo
	Kriter belirleme	kb		Belirlenen çözüme göre prototip oluşturma	çpo
	Sınırlamaları belirleme	sb		Taslak çizime göre prototip oluşturma	tçpo
	İhtiyaçların tanımlanması	iht		Prototipe uygun test belirleme	putb
	Hedeflerin belirlenmesi	hb		Prototip için geçerli test yöntemi belirleme	gtyb
Problem ve İhtiyacın Araştırılması	Teknoloji, teknik ve yöntemlerin belirlenmesi	ttyb	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Prototip için güvenilir test yöntemi belirleme	gütyb
	Ürün ve çözümlerin araştırılması	üça		Test sürecinde kriterleri gözönünde bulundurma	tskgb
	Fen bilimleri ihtiyaçların araştırılması	fbia		Test sürecinde sınırlamaları gözönünde bulundurma	tssgb
	Mühendislik ihtiyaçlarının araştırılması	mia		Verileri uygun şekilde kaydetme görselleştirme	vuşkg
	Teknoloji ihtiyaçlarının araştırılması	tia		Prototipin tasarım probleminin çözümüne uygunluğuna karar verme	ptpçukv
	Matematik ihtiyaçlarının araştırılması	maia			
	Görsel sanatlar ihtiyaçlarının araştırılması	gia			
	Diğer disiplin alanı ihtiyaçlarının araştırılması	ddia			
Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Kriter uygun çözümler üretmek	kuçü	Yeniden Tasarlama	Belirlenen revizyonu tanımlama	rt
	Sınırlamalara uygun çözümler üretmek	suçü		Belirlenen revizyonu araştırma	ra
	Malzemelerin gerekçeli açıklanması	mga		Belirlenen revizyonu çözüm önerisi sunma	rçös
	Çözümlerin maliyet açısından sınırlandırılması	çmas		Belirlenen revizyonu çözümleme	rç
	Çözümlerin zaman açısından sınırlandırılması	çzas		Belirlenen revizyonu uygulama (ru)	ru
	Taslak çizimlerin	tçy			

	yapılması					
	Tasarım açıklaması sunma	tas			Kriter odaklı sunum yapma	kosy
	Etkili iletişim kurma	eik			Grupların eleştirilerini alma	ea
En İyi Çözümün Seçilmesi	Kriterlere uygun çözüm önerisi üretmek	kuçös			Grupların eleştirilerini yanıtlama	ey
	Sınırlamalara uygun çözüm önerisi üretmek	suçös			Revizyon gereken bölümleri belirleme	rbb
	Çözümlere en uygun malzeme/malzemeleri seçmek	çums				
	Olası çözümlerin karşılaştırılması	öçk				
				Çözümlerin Paylaşılması		

Ek 18. Tasarım 3 Arı Oteli Akademik Değerlendirme Etkinliği Örneği

Mavi AY

Grup 1

DEĞERLENDİRME

Arıların Bal Üretim Kapasitesi

Arılar çok küçük böcekler olmasına rağmen dünyadaki yaşamı bize göre çok erken dönemde başlamış doğanın en çalışkan canlılarından biridir. Diğer canlılar için besin sağlamada ve canlı sağlıklarının korunmasında önemli görevler alır.

500g'lık bir bal kavanozu tek bir arı üretmiş olsaydı 2000 günde bu kavanozu doldurabilecek kadar bal üretebilirdi. Bu süre yıl olarak yaklaşık 5,5 yıl yapar. Bal arıları en fazla 45 gün yaşadığı düşünüldüğünde bal arılarının bir kavanoz balı üretmek için toplamda 40 bin km uçuşması gerekir.

Bir bal arısı hayatı boyunca sadece çay kaşığının 12 de 1'i (1/12) kadar bal üretebilir. Sofralarımızda tükettiğimiz bir çay kaşığı bal, 12 arının tüm hayatı boyunca üretebildiği baldır. Zıyan olan her bir çay kaşığı kadar bal, 12 arının hayatı boyunca ürettiği balın boşa gitmesidir.

1) Bir bal arısı 500 gramlık kavanozu balla doldurması için 2000 gün çalışması gerekir. Arıların sürekli yaşadığı düşünüldüğünde bu süre 5,5 yıl yapar. Fakat bir arının ortalama ömrü 45 gündür.

a) Bir arı 45 günde kaç gram bal yapar? cevap

~~45 / 12 = 3,75~~
~~3,75 / 12 = 0,3125~~
~~0,3125 / 12 = 0,026~~
~~0,026 / 12 = 0,0021~~
~~0,0021 / 12 = 0,000175~~
~~0,000175 / 12 = 1,46e-5~~
~~1,46e-5 / 12 = 1,21e-6~~
~~1,21e-6 / 12 = 1,01e-7~~
~~1,01e-7 / 12 = 8,4e-9~~
~~8,4e-9 / 12 = 7,0e-10~~
~~7,0e-10 / 12 = 5,8e-11~~
~~5,8e-11 / 12 = 4,8e-12~~
~~4,8e-12 / 12 = 4,0e-13~~
~~4,0e-13 / 12 = 3,3e-14~~
~~3,3e-14 / 12 = 2,7e-15~~
~~2,7e-15 / 12 = 2,2e-16~~
~~2,2e-16 / 12 = 1,8e-17~~
~~1,8e-17 / 12 = 1,5e-18~~
~~1,5e-18 / 12 = 1,2e-19~~
~~1,2e-19 / 12 = 1,0e-20~~
~~1,0e-20 / 12 = 8,3e-22~~
~~8,3e-22 / 12 = 6,9e-23~~
~~6,9e-23 / 12 = 5,7e-24~~
~~5,7e-24 / 12 = 4,7e-25~~
~~4,7e-25 / 12 = 3,9e-26~~
~~3,9e-26 / 12 = 3,2e-27~~
~~3,2e-27 / 12 = 2,7e-28~~
~~2,7e-28 / 12 = 2,2e-29~~
~~2,2e-29 / 12 = 1,8e-30~~
~~1,8e-30 / 12 = 1,5e-31~~
~~1,5e-31 / 12 = 1,2e-32~~
~~1,2e-32 / 12 = 1,0e-33~~
~~1,0e-33 / 12 = 8,3e-35~~
~~8,3e-35 / 12 = 6,9e-36~~
~~6,9e-36 / 12 = 5,7e-37~~
~~5,7e-37 / 12 = 4,7e-38~~
~~4,7e-38 / 12 = 3,9e-39~~
~~3,9e-39 / 12 = 3,2e-40~~
~~3,2e-40 / 12 = 2,7e-41~~
~~2,7e-41 / 12 = 2,2e-42~~
~~2,2e-42 / 12 = 1,8e-43~~
~~1,8e-43 / 12 = 1,5e-44~~
~~1,5e-44 / 12 = 1,2e-45~~
~~1,2e-45 / 12 = 1,0e-46~~
~~1,0e-46 / 12 = 8,3e-48~~
~~8,3e-48 / 12 = 6,9e-49~~
~~6,9e-49 / 12 = 5,7e-50~~
~~5,7e-50 / 12 = 4,7e-51~~
~~4,7e-51 / 12 = 3,9e-52~~
~~3,9e-52 / 12 = 3,2e-53~~
~~3,2e-53 / 12 = 2,7e-54~~
~~2,7e-54 / 12 = 2,2e-55~~
~~2,2e-55 / 12 = 1,8e-56~~
~~1,8e-56 / 12 = 1,5e-57~~
~~1,5e-57 / 12 = 1,2e-58~~
~~1,2e-58 / 12 = 1,0e-59~~
~~1,0e-59 / 12 = 8,3e-61~~
~~8,3e-61 / 12 = 6,9e-62~~
~~6,9e-62 / 12 = 5,7e-63~~
~~5,7e-63 / 12 = 4,7e-64~~
~~4,7e-64 / 12 = 3,9e-65~~
~~3,9e-65 / 12 = 3,2e-66~~
~~3,2e-66 / 12 = 2,7e-67~~
~~2,7e-67 / 12 = 2,2e-68~~
~~2,2e-68 / 12 = 1,8e-69~~
~~1,8e-69 / 12 = 1,5e-70~~
~~1,5e-70 / 12 = 1,2e-71~~
~~1,2e-71 / 12 = 1,0e-72~~
~~1,0e-72 / 12 = 8,3e-74~~
~~8,3e-74 / 12 = 6,9e-75~~
~~6,9e-75 / 12 = 5,7e-76~~
~~5,7e-76 / 12 = 4,7e-77~~
~~4,7e-77 / 12 = 3,9e-78~~
~~3,9e-78 / 12 = 3,2e-79~~
~~3,2e-79 / 12 = 2,7e-80~~
~~2,7e-80 / 12 = 2,2e-81~~
~~2,2e-81 / 12 = 1,8e-82~~
~~1,8e-82 / 12 = 1,5e-83~~
~~1,5e-83 / 12 = 1,2e-84~~
~~1,2e-84 / 12 = 1,0e-85~~
~~1,0e-85 / 12 = 8,3e-87~~
~~8,3e-87 / 12 = 6,9e-88~~
~~6,9e-88 / 12 = 5,7e-89~~
~~5,7e-89 / 12 = 4,7e-90~~
~~4,7e-90 / 12 = 3,9e-91~~
~~3,9e-91 / 12 = 3,2e-92~~
~~3,2e-92 / 12 = 2,7e-93~~
~~2,7e-93 / 12 = 2,2e-94~~
~~2,2e-94 / 12 = 1,8e-95~~
~~1,8e-95 / 12 = 1,5e-96~~
~~1,5e-96 / 12 = 1,2e-97~~
~~1,2e-97 / 12 = 1,0e-98~~
~~1,0e-98 / 12 = 8,3e-100~~
~~8,3e-100 / 12 = 6,9e-101~~
~~6,9e-101 / 12 = 5,7e-102~~
~~5,7e-102 / 12 = 4,7e-103~~
~~4,7e-103 / 12 = 3,9e-104~~
~~3,9e-104 / 12 = 3,2e-105~~
~~3,2e-105 / 12 = 2,7e-106~~
~~2,7e-106 / 12 = 2,2e-107~~
~~2,2e-107 / 12 = 1,8e-108~~
~~1,8e-108 / 12 = 1,5e-109~~
~~1,5e-109 / 12 = 1,2e-110~~
~~1,2e-110 / 12 = 1,0e-111~~
~~1,0e-111 / 12 = 8,3e-113~~
~~8,3e-113 / 12 = 6,9e-114~~
~~6,9e-114 / 12 = 5,7e-115~~
~~5,7e-115 / 12 = 4,7e-116~~
~~4,7e-116 / 12 = 3,9e-117~~
~~3,9e-117 / 12 = 3,2e-118~~
~~3,2e-118 / 12 = 2,7e-119~~
~~2,7e-119 / 12 = 2,2e-120~~
~~2,2e-120 / 12 = 1,8e-121~~
~~1,8e-121 / 12 = 1,5e-122~~
~~1,5e-122 / 12 = 1,2e-123~~
~~1,2e-123 / 12 = 1,0e-124~~
~~1,0e-124 / 12 = 8,3e-126~~
~~8,3e-126 / 12 = 6,9e-127~~
~~6,9e-127 / 12 = 5,7e-128~~
~~5,7e-128 / 12 = 4,7e-129~~
~~4,7e-129 / 12 = 3,9e-130~~
~~3,9e-130 / 12 = 3,2e-131~~
~~3,2e-131 / 12 = 2,7e-132~~
~~2,7e-132 / 12 = 2,2e-133~~
~~2,2e-133 / 12 = 1,8e-134~~
~~1,8e-134 / 12 = 1,5e-135~~
~~1,5e-135 / 12 = 1,2e-136~~
~~1,2e-136 / 12 = 1,0e-137~~
~~1,0e-137 / 12 = 8,3e-139~~
~~8,3e-139 / 12 = 6,9e-140~~
~~6,9e-140 / 12 = 5,7e-141~~
~~5,7e-141 / 12 = 4,7e-142~~
~~4,7e-142 / 12 = 3,9e-143~~
~~3,9e-143 / 12 = 3,2e-144~~
~~3,2e-144 / 12 = 2,7e-145~~
~~2,7e-145 / 12 = 2,2e-146~~
~~2,2e-146 / 12 = 1,8e-147~~
~~1,8e-147 / 12 = 1,5e-148~~
~~1,5e-148 / 12 = 1,2e-149~~
~~1,2e-149 / 12 = 1,0e-150~~
~~1,0e-150 / 12 = 8,3e-152~~
~~8,3e-152 / 12 = 6,9e-153~~
~~6,9e-153 / 12 = 5,7e-154~~
~~5,7e-154 / 12 = 4,7e-155~~
~~4,7e-155 / 12 = 3,9e-156~~
~~3,9e-156 / 12 = 3,2e-157~~
~~3,2e-157 / 12 = 2,7e-158~~
~~2,7e-158 / 12 = 2,2e-159~~
~~2,2e-159 / 12 = 1,8e-160~~
~~1,8e-160 / 12 = 1,5e-161~~
~~1,5e-161 / 12 = 1,2e-162~~
~~1,2e-162 / 12 = 1,0e-163~~
~~1,0e-163 / 12 = 8,3e-165~~
~~8,3e-165 / 12 = 6,9e-166~~
~~6,9e-166 / 12 = 5,7e-167~~
~~5,7e-167 / 12 = 4,7e-168~~
~~4,7e-168 / 12 = 3,9e-169~~
~~3,9e-169 / 12 = 3,2e-170~~
~~3,2e-170 / 12 = 2,7e-171~~
~~2,7e-171 / 12 = 2,2e-172~~
~~2,2e-172 / 12 = 1,8e-173~~
~~1,8e-173 / 12 = 1,5e-174~~
~~1,5e-174 / 12 = 1,2e-175~~
~~1,2e-175 / 12 = 1,0e-176~~
~~1,0e-176 / 12 = 8,3e-178~~
~~8,3e-178 / 12 = 6,9e-179~~
~~6,9e-179 / 12 = 5,7e-180~~
~~5,7e-180 / 12 = 4,7e-181~~
~~4,7e-181 / 12 = 3,9e-182~~
~~3,9e-182 / 12 = 3,2e-183~~
~~3,2e-183 / 12 = 2,7e-184~~
~~2,7e-184 / 12 = 2,2e-185~~
~~2,2e-185 / 12 = 1,8e-186~~
~~1,8e-186 / 12 = 1,5e-187~~
~~1,5e-187 / 12 = 1,2e-188~~
~~1,2e-188 / 12 = 1,0e-189~~
~~1,0e-189 / 12 = 8,3e-191~~
~~8,3e-191 / 12 = 6,9e-192~~
~~6,9e-192 / 12 = 5,7e-193~~
~~5,7e-193 / 12 = 4,7e-194~~
~~4,7e-194 / 12 = 3,9e-195~~
~~3,9e-195 / 12 = 3,2e-196~~
~~3,2e-196 / 12 = 2,7e-197~~
~~2,7e-197 / 12 = 2,2e-198~~
~~2,2e-198 / 12 = 1,8e-199~~
~~1,8e-199 / 12 = 1,5e-200~~

b) Bir bal kavanozunun tamamı 2000 günde dolduğuna göre 45 günde kavanozun % kaç dolar?
 tamamında %100'ü doluyor
 %2,2'si dolar
 $\frac{2000}{45} = \frac{100}{x}$ 2,2%

c) 1 kilogramlık bal kaç günde dolar?
 cevap 4000 günde dolar.

Grup 1

2) Bir kovanda yaz aylarında 60.000-80.000 arı yaşamaktadır. 1.5 aylık sürede arılar bir kovana balla doldurmaktadır. Bir kovanda yaklaşık 25 kg bal oluşmaktadır.

a) Bir kovanda 10 petek çıtası olduğuna göre her çıtaya yaklaşık ne kadar bal taşımaktadır?

$$\begin{array}{r} 25 \text{ kg} \\ \times 10 \\ \hline 250 \text{ kg} \\ \hline 25 \text{ kg} \end{array}$$

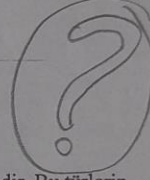
b) Bir kovandaki arılar 1 petek çıtayı yaklaşık kaç günde doldurmaktadır?

$$\begin{array}{r} 45 \text{ gün} \\ \times 10 \\ \hline 450 \text{ gün} \\ \hline 45 \text{ gün} \end{array}$$

4,5 günde doldurur

c) 1 çay kaşığı 7 gram bal alır. Bir arı, ömrü boyunca bir çay kaşığının 1/12'si kadar bal üretir. Bir arı ömrü boyunca kaç gram bal üretir?

$$\begin{array}{r} 70 \text{ gr} \\ \times 12 \\ \hline 840 \text{ gr} \\ \hline 70 \text{ gr} \end{array}$$



Dünya'da yaklaşık 20 bin tür (100 milyon arı) arı olduğu tahmin edilmektedir. Bu türlerin yaklaşık 2 bini Türkiye'de bulunmaktadır. Fakat arıların %40'ı yok olma tehlikesi altındadır.

a) 20 bin tür arının % 40'ı tehlike altındaki kaç tür arıyı temsil etmektedir?

$$\begin{array}{r} 40 \\ \times 20 \\ \hline 800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ \times 100 \\ \hline 80000 \end{array}$$

8 bin arıyı temsil etmektedir.

b) 100 milyon arının % 40'ı kaç arıyı içermektedir?

$$\begin{array}{r} 40 \\ \times 100 \\ \hline 4000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4000 \\ \times 100 \\ \hline 400000 \end{array}$$

40 milyon arıyı içermektedir.

c) Arıların yok oluş hızını azaltmak ve onlara yaşam ortamları sunmak için bir kovan ebatındaki 1000 yaban arı kapasiteli arı otellerinden kaç tane yapıp doğaya bırakmak gerekmektedir?

40.000.000

~~40.000.000~~

$$1000 \times 40.000 = 40.000.000$$

40.000 tane yapıp bırakmak gerekir.

Grup 1
 3) 1 arı kolonisinde 1 kraliçe arı bulunur. Bir kraliçe arı günde 1500-2000 arası yumurta üretir ve 8 yıl yaşar. Bir mevsimi (3 ay) düşündüğümüzde arı otelinde kraliçe arı kaç yumurta üretebilir?

$$\begin{array}{r} 30 \\ \times 4 \\ \hline 120 \end{array}$$

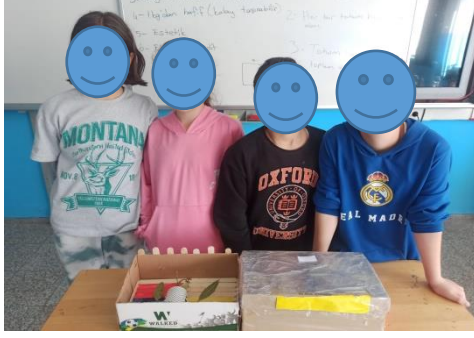
4 ay = 120 gün

$$\begin{array}{r} 2000 \\ \times 120 \\ \hline 00000 \text{ 1 yıl} \\ 40000 \\ \hline 240000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 240.000 \text{ 8 yıl} \\ \times 8 \\ \hline 1.920.000 \text{ yumurta} \\ \text{üretebilir.} \end{array}$$

Ek 19. Tasarım Görevleri Süreç Fotoğrafları

Tasarım Görevi -1 Tohum Kutusu Örnekleri



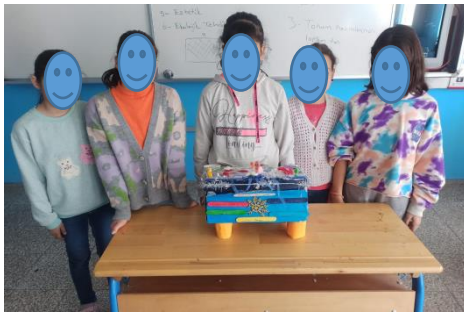
Grup 1 Tasarımı



Grup 2 Tasarımı



Grup 3 Tasarımı



Grup 4 Tasarımı

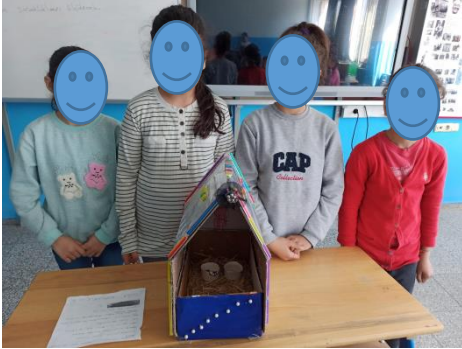
Tasarım Görevi -2 Kuş Evi Örnekleri



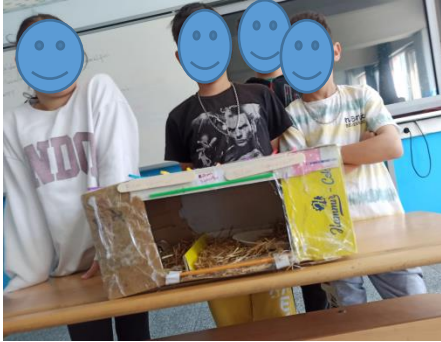
Grup 1 Tasarımı



Grup 2 Tasarımı



Grup 3 Tasarımı



Grup 4 Tasarımı

Tasarım Görevi -3 Arı Oteli Örnekleri



Grup 1 Tasarım



Grup 2 Tasarım



Grup 3 Tasarımı



Grup 4 Tasarımı

Ek 20. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Sevgili öğrenciler;

Sizlere verilmiş olan görüşme formu “Stem Uygulamalarıyla Ortaokul Öğrencilerinin Stem Okuryazarlığı ve 21. YY. Becerilerinin Geliştirilmesine Etkisi” adlı araştırmanın bir parçasıdır. Sizlerin Stem Okuryazarlığı ve 21. YY. Becerileri açısından yapılan etkinliklerle ilgili düşünce ve deneyimlerinizi almayı amaçlamaktadır. Formdan elde edilen veriler bilimsel çalışma kapsamında incelenecek olup **öğrenci isimleri kullanılmayacaktır**. Çalışma **herhangi bir not amacı** gütmemektedir. **Süreniz 20 dk’dır**. Çalışmanın amacına ulaşabilmesi için **samimi ve açık bir şekilde düşünce ve deneyimlerinizi paylaşmanızı** beklemekteyiz. Göstereceğiniz özen için şimdiden teşekkür ederiz.

İclal AKMAN

Fen Bilimleri Öğretmeni

Pamukkale Üniversitesi

- 1) Daha önce STEM eğitimi ya da mühendislik tasarım sürecinin yürütüldüğü bir çalışmaya katıldınız mı?

Prob: Herhangi bir bilim sergisi, bilim şenliği ve bilim atölyesi şeklinde düzenlenmiş bilimsel aktivitelere katıldınız mı?

- 2) STEM eğitimi fen bilimleri dersi ile kıyasladığınızda olumlu ve olumsuz yanları nelerdi?
- 3) STEM eğitimi mühendislik mesleğine bakış açınızı değiştirdi mi? Prob: Nasıl?

Prob: STEM eğitimi bilim insanlarına olan bakış açınızı değiştirdi mi? Nasıl?

- 4) STEM Eğitimi ve yapmış olduğunuz tasarımlar düşüncelerinizde nasıl bir değişiklik yarattı?
- 5) STEM Eğitiminin günlük hayata nasıl bir katkı sunacağını düşünüyorsunuz?
- 6) Hayatınızda bundan sonra güncel hayat problemleriyle karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz?
- 7) Hayatınızda bundan sonra yeni farklı bir fikirle karşılaştığınızda nasıl yaklaşırınız?

- 8) Eğitim süreci sizlerde hangi becerilerin gelişmesine yardımcı olduğunu düşünüyorsunuz?
- 9) Grup çalışmalarının size katkısı neler oldu?
- 10) Sunum çalışmalarının size katkısı neler oldu?
- 11) Yaptığınız giriş etkinlikleri tasarım görevlerini yaparken size katkıları oldu mu?
Prob: Hangi açılardan katkı olduğunu düşünüyorsunuz?
- 12) Mühendislik tasarım süreci etkinliklerinde eğlenceli bulduğunuz etkinlik ya da etkinlikler hangisi ya da hangileriydi? Neden?
- 13) Tasarım süreçlerinde en zorlandığınız bölümler neler oldu? Neden?
- 14) Tasarım görevlerinde en çok fikir ve çözüm üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?
- 15) Tasarım görevlerinde en kolay ürün üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?
- 16) Oluşturulan tasarımlarla ilgili genel fikirleriniz nelerdir?
- 17) Eklemek istedikleriniz var mı? Varsa neler?

Ek 21. Lawshe Tekniği Kullanılarak Yapılan Kapsam Geçerlilik Analizleri

Madde Kazanım Uyumu																				
	Uzman 1			Uzman 2			Uzman 3			Uzman 4			Uzman 5			Genel Toplam				
	U	KU	UD	U	KU	UD	U	K	U	U	K	U	U	K	U	U	KU/UD	KGÖ		
M1	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M2	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M3	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M4	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M5	1				1		1			1			1			4	1	+,60		
M6	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M7	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M8	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M9	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M10	1				1		1			1			1			4	1	+,60		
M11	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M12	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M13	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M14	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M15a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M15b	1				1		1			1			1			4	1	+,60		
M16a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M16b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M16c			1	1			1			1			1			3	2	+,20		
M17a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M17b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M17c	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M18a	1				1			1		1				1		2	3	-,20		
M18b	1				1			1		1				1		2	3	-,20		
M18c	1				1			1		1				1		2	3	-,20		
M19a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M19b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M20a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M20b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M20c	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M21	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M22a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M22b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M22c			1	1			1			1			1			4	1	+,60		
M22d	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M22e	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M23a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M23b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M23c	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M24a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M24b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M25a	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M25b	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M25c	1			1			1			1			1			5	0	+1		
				Toplam Uzan Sayısı							5									
				Hesaplanan Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ):							1,00									
				Kapsam Geçerlilik Ölçütü (KGÖ) Tablo Değeri							,99									
Madde Beceri Uyumu																				
	Uzman 1			Uzman 2			Uzman 3			Uzman 4			Uzman 5			Genel Toplam				
	U	KU	UD	U	KU	UD	U	K	U	U	K	U	U	K	U	U	KU/UD	KGÖ		
M1	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M2	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M3	1			1			1			1			1			5	0	+1		
M4	1			1			1			1			1			5	0	+1		

M5		1		1			1			1			1			4	1	+60	
M6	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M7	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M8	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M9	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M10	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M11	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M12	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M13	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M14	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M15a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M15b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M16a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M16b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M16c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M17a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M17b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M17c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M18a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M18b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M18c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M19a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M19b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M20a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M20b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M20c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M21	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M22a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M22b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M22c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M22d	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M22e	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M23a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M23b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M23c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M24a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M24b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M25a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M25b	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M25c	1			1			1			1			1			5	0	+1	
Toplam Uzan Sayısı																	5		
Hesaplanan Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ):																	1,00		
Kapsam Geçerlilik Ölçütü (KGÖ) Tablo Değeri																	,99		
Madde Sınıf Seviyesi Uyumu																			
	Uzman 1			Uzman 2			Uzman 3			Uzman 4			Uzman 5				Genel Toplam		
	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU/UD	KGÖ	
M1	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M2	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M3	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M4	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M5	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M6	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M7	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M8	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M9	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M10	1			1			1			1				1		4	1	+60	
M11	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M12	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M13	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M14	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M15a	1			1			1			1			1			5	0	+1	
M15b	1			1			1			1			1			5	0	+1	

M16a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M16b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M16c			1	1			1			1			1			4	1	+,60				
M17a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M17b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M17c	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M18a	1				1			1		1			1			3	2	+1				
M18b	1				1			1		1			1			3	2	+,20				
M18c	1				1			1		1			1			3	2	+,20				
M19a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M19b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M20a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M20b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M20c	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M21	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M22a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M22b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M22c		1		1			1			1			1			4	1	+,60				
M22d	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M22e	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M23a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M23b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M23c	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M24a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M24b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M25a	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M25b	1			1			1			1			1			5	0	+1				
M25c	1			1			1			1			1			5	0	+1				
Toplam Uzman Sayısı																	5					
Hesaplanan Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ):																	1,00					
Kapsam Geçerlilik Ölçütü (KGÖ) Tablo Değeri																	,99					
Madde- Anlaşılrlık Uyumu																						
	Uzman 1			Uzman 2			Uzman 3			Uzman 4			Uzman 5			Genel Toplam						
	U	KU	UD	U	KU	UD	U	K	U	D	U	K	U	D	U	K	U	D	U	KU/UD	KGÖ	
M1	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M2	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M3	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M4	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M5	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M6	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M7	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M8	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M9	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M10	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M11	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M12	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M13	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M14	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M15a	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M15b	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M16a	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M16b	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M16c	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M17a	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M17b	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M17c	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M18a	1				1			1			1				1				1	3	2	+,20
M18b	1				1			1			1				1				1	3	2	+,20
M18c	1				1			1			1				1				1	3	2	+,20
M19a	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M19b	1			1			1				1				1				1	5	0	+1
M20a	1			1			1				1				1				1	5	0	+1

M24b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M25a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M25b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M25c	1			1			1			1			1			5	0	+1
Madde-Görsel Uyumu																		
	Uzman 1			Uzman 2			Uzman 3			Uzman 4			Uzman 5			Genel Toplam		
	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU	UD	U	KU/UD	KGÖ
M1	1			1			1			1			1			5	0	+1
M2	1			1			1			1			1			5	0	+1
M3	1				1		1			1			1			4	1	+60
M4	1			1			1			1			1			5	0	+1
M5	1			1			1			1			1			5	0	+1
M6	1				1		1				1		1			3	2	+20
M7	1			1				1		1			1			4	1	+60
M8	1				1		1			1			1			4	1	+60
M9	1			1			1			1			1			5	0	+1
M10	1			1			1			1			1			5	0	+1
M11	1			1			1			1			1			5	0	+1
M12	1			1			1			1			1			5	0	+1
M13	1			1			1			1			1			5	0	+1
M14	1			1			1			1			1			5	0	+1
M15a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M15b	1				1		1			1			1			4	1	+60
M16a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M16b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M16c	1			1			1			1			1			5	0	+1
M17a	1			1			1			1				1		4	1	+60
M17b	1			1			1			1				1		4	1	+60
M17c	1			1			1			1				1		4	1	+60
M18a	1				1			1		1				1		3	2	+20
M18b	1				1			1		1				1		3	2	+20
M18c	1				1			1		1				1		3	2	+20
M19a	1			1			1			1				1		4	1	+60
M19b	1			1			1			1				1		4	1	+60
M20a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M20b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M20c	1			1			1			1			1			5	0	+1
M21	1			1			1				1					4	1	+60
M22a		1		1			1			1			1			4	1	+60
M22b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M22c	1			1			1			1			1			5	0	+1
M22d	1			1			1			1			1			5	0	+1
M22e	1			1			1			1			1			5	0	+1
M23a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M23b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M23c	1			1			1			1			1			5	0	+1
M24a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M24b	1			1			1				1		1			4	1	+60
M25a	1			1			1			1			1			5	0	+1
M25b	1			1			1			1			1			5	0	+1
M25c	1			1			1			1			1			5	0	+1
Toplam Uzan Sayısı																	5	
Hesaplanan Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ):																	1,00	
Kapsam Geçerlilik Ölçütü (KGÖ) Tablo Değeri																	,99	

Ek 22. Mühendislik Tasarım Sürecine STEM Okuryazarlığı Yeteneklerinin Açıklamalı Tablosu

Mühendislik Tasarım Sürecine STEM Okuryazarlığı Yeteneklerinin Uyumlanması			
	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	Uygun STEM Okuryazarlığı Yetenekleri (Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon, Techakosit ve Nilsook, 2021)	Uyum Noktası
1	<p>Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması Mühendislik tasarım problemleri, tasarımın başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için tasarım kriterleri ve sınırlamaları belirlenmelidir. Tasarım kriterleri, başarılı bir tasarım için gerekli olan özellikler; tasarım sınırlamaları ise o tasarımın başarılı bir şekilde oluşturulmasını engelleyebilecek durumlardır. Bireyler çözümleri geliştirmek için nelere ihtiyaç duyduklarını tespit ederler.</p>	<p>STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği, Gerçek dünya bağlamında fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel problemler veya sorular üretme Gerçek dünya problemlerine veya sorularına fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel bir süreç kullanarak cevap arama Kanıtları, görgü tanıklarını veya sorunlara veya sorulara yanıt vermek için gerekli bilgiler STEM’i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi</p>	<p>Problemin Belirlenmesi ve Tanımlanması Problemlerin gerçek yaşam bağlamlarından ortaya çıkması Disiplin alanlarına göre probleme çözüm bulmak için gerekli araç ve süreçlerin belirlenmesi</p>
2	<p>Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması Tasarım ihtiyaçları ve problemi ile ilgili mevcut konular ve çözümler hakkında araştırma yapılır. Tasarım ihtiyaçlarına ve problemine yönelik farklı seçenekler internet taraması ve görüşme gibi teknikler ile keşfedilir.</p>	<p>Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği, Cevapları bulurken kılavuz olarak kullanılacak soru setini belirleme becerisi, Birden çok kaynaktan gelen bilgileri verimli ve güvenilir bir şekilde sentezleme becerisi</p>	<p>Problemin ve İhtiyaçların Araştırılması Mevcut veri kanıtların güvenilir kaynaklardan elde edilmesi Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanılması</p>
3	<p>Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Mühendislik tasarım problemlerinin birden çok çözümü olabilir. Tanımlanan problemin tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılır. Öğrencilerin yaratıcılıklarının en çok ön plana çıktığı aşamadır. Olası çözümlere yönelik beyin fırtınası tekniğinin kullanılması, fen ve matematik ile ilgili içeriğin sürece dahil edilmesi, en az iki farklı bakış açısını içeren çözümlerin geliştirilmesi ve bu çözümlerin incelenerek sınırlandırılması bu aşamanın önemli nitelikleridir.</p>	<p>STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel kavramları ve süreçleri, meydana gelebilecek herhangi bir etkiyi dikkate alarak günlük yaşam durumlarına uygulama becerisi STEM’i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi STEM Bilgilerini İletme Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi ve birikimleri etkili bir şekilde sunma ve algılama becerisi</p>	<p>Fikirler Üretmek Çözüm Yolları Aramak Çözüm Yolları Bulmak STEM disiplinlerine ilişkin bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanılması</p>

Mühendislik Tasarım Sürecine STEM Okuryazarlığı Yeteneklerinin Uyumlanması			
	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	Uygun STEM Okuryazarlığı Yetenekleri (Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon, Techakosit ve Nilsook, 2021)	Uyum Noktası
4	En İyi Çözümün Seçilmesi Öğrenciler tarafından sunulan olası çözümler arasından belirlenen tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre analizler yaparak problemin çözümünü en iyi karşılayan çözümü(ler)in seçilmesidir	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel ilke ve süreçleri kullanarak modern dünyadaki karmaşık konuları tanımlama, eleştirme, yorum yapma ve karar verme becerisi	Problemi Çözme ve Seçmek için karar verme Bilimsel kanıt ve verileri kullanarak karar verme Bir problemi çözmek için STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma
5	Prototipin Oluşturulması Bu aşamada tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre belirlenen çözüm(lerin)ün iki ve üç boyutlu olarak modelleyen bir ilk ürünün (prototipin) oluşturulması.	STEM Kavramlarını Uygulanma Yeteneği, Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel ilke ve süreçleri kullanarak modern dünyadaki karmaşık konuları tanımlama, eleştirme, yorum yapma ve karar verme becerisi	Uygulama, Model sürecinde ek kararlar alarak ilerleme Mühendislik tasarım becerileri başta olmak üzere STEM becerilerini kullanma.
6	Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi Mühendisler bu aşamada çözümlerin yönelik tasarımlarını belirtilen tasarım kriterleri ve sınırlamaları dahilinde test ederler. Çözümleri tasarım kriterleri açısından değerlendirirler. Geliştirilmeye ihtiyaç duyulan noktaları belirlerler. Tasarım kriterlerini ve sınırlamalarını ne ölçüde karşıladığı belirlemek için, test etme yöntemlerine, ölçme süreçlerine, veri toplama ve veri kaydetme süreçlerine karar vermek	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi ve birikimleri etkili bir şekilde sunma ve algılama becerisi STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel ilke ve süreçleri kullanarak modern dünyadaki karmaşık konuları tanımlama, eleştirme, yorum yapma ve karar verme becerisi	Değerlendirme STEM disiplinlerinin veri toplama ve kaydetme becerilerini içermek Değerlendirme aşaması için hangi yöntem ve tekniklerin kullanılacağına karar verme

Mühendislik Tasarım Sürecine STEM Okuryazarlığı Yeteneklerinin Uyumlanması			
	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	Uygun STEM Okuryazarlığı Yetenekleri (Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon, Techakosit ve Nilsook, 2021)	Yorum ve Uyum Noktası
7	Çözümlerin Sunulması Tasarım kriterleri ve sınırlamaları göre çözüm topluluk önünde anlatılır. Bu sunum, çözüm(ler)in belirlenen ihtiyaç veya problemi en iyi şekilde nasıl karşıladığına dair bir tartışmaya yer verilir. Çözüm(ler)in toplumsal etkisi ve ticari değeri tartışmaya dahil edilebilir.	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği, Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi ve birikimleri etkili bir şekilde sunma ve algılama becerisi	Sunma, Paylaşma STEM disiplinleri odaklı bilim iletişimi ve tartışma
8	Yeniden Tasarlama Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve çözümlerin sunulması aşamalarında elde edilen bilgiler ışığında tasarım çözüm(leri) üzerinde iyileştirilmeler yapılan aşamadır.	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği, Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği, STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği, STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, STEM Bilgilerini İletme Yeteneği, STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği	Yeniden tasarım için süreç içinde yeteneklerin hepsi kullanılabilir. Ya da düzenlemenin şekline, cinsine ya da kapsamına göre ihtiyaç olan yetenekler kullanılabilir.

Ek 23. Mühendislik Tasarım Süreci Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Uzman Görüşleri

				(U)/ (KU)/ (UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
1	Problem ve İhtiyacın Tanımlanması	Mühendislik tasarım problemleri, tasarımın başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için tasarım kriterleri ve sınırlamaları belirlenmelidir. Tasarım kriterleri, başarılı bir tasarım için gerekli olan özellikler; tasarım sınırlamaları ise o tasarımın başarılı bir şekilde oluşturulmasını engelleyebilecek durumlardır. Bireyler çözümleri geliştirmek için nelere ihtiyaç duyduklarını tespit ederler.	Senaryodaki ya da örnek olaydaki konuyu belirleme	U	U	U
			Senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi belirleme	U	U	U
			Senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi tanımlama	U	U	U
			Kriter ve sınırlamaları belirleme	KU	U	KU
			Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları tanımlama	U	U	U
			Tasarıma yönelik hedeflerin belirlenmesi	U	U	U
Öneri ve Yorumlar		U-1 İlk aşama için kriterler yeterli ve uygundur. Kriter ve sınırlamaları belirleme (KU) davranışı Kriterleri belirleme ve sınırlamaları belirleme olmak üzere iki maddeye ayrılabilir. U-3 “ Kriter ve sınırlamaları belirleme” maddesi iki ayrı madde olarak yazılabilir.				

				(U)/ (KU)/ (UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	MTS Açıklama	MTS Davranışlar (U)/ (KU)/ (UD)	U1	U2	U3
2	Problem ve İhtiyacın Araştırılması	Tasarım ihtiyaçları ve problemi ile ilgili mevcut konular ve çözümler hakkında araştırma yapılır. Tasarım ihtiyaçlarına ve problemine yönelik farklı seçenekler internet taraması ve görüşme gibi teknikler ile keşfedilir.	Fen bilimlerine yönelik ihtiyaçların araştırılması	KU	U	U
			Mühendisliğe yönelik ihtiyaçların araştırılması	KU	U	U
			Teknolojiye yönelik ihtiyaçların araştırılması	KU	U	U
			Matematiğe yönelik ihtiyaçların araştırılması	KU	U	U
			Görsel sanatlara yönelik ihtiyaçların araştırılması	KU	U	U
			Diğer disiplin alanına yönelik ihtiyaçların araştırılması	KU	U	U
Öneri ve Yorumlar		U1- Bu bölümden çok emin olamadım. Zira gözlem formlarında doğrudan öğrenci davranışlarına odaklanmak daha geçerli sonuçlar verebilir. Bu aşamada tasarım probleminin çözülmesi için mevcut olan ürünlerin veya çözümlerin araştırılması, tasarım kriterleri çerçevesinde problemin çözümünde kullanılabilecek teknolojiler, teknikler ve yöntemler gibi değişkenlerin belirlenmesi içeren mühendislik tasarım süreci davranışlarına da yer verilmesi gerektiği düşüncesindeyim.				

				(U)/ (KU)/ (UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Mühendislik tasarım problemlerinin birden çok çözümü olabilir. Tanımlanan problemin tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılır. Öğrencilerin yaratıcılıklarının en çok ön plana çıktığı aşamadır. Olası çözümlere yönelik beyin fırtınası tekniğinin kullanılması, fen ve matematik ile ilgili içeriğin sürece dahil edilmesi, en az iki farklı bakış açısını içeren çözümlerin geliştirilmesi ve bu çözümlerin incelenerek sınırlandırılması bu aşamanın önemli nitelikleridir.	Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek	KU	U	U
			Malzemelerin gerekçeli açıklaması	U	U	U
			Çözümlerin sınırlandırılması	KU	U	U
			Taslak çiziminin yapılması	KU	U	U
			Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek	UD	U	U
			Malzemelerin gerekçeli açıklaması	UD	U	U
Öneri ve Yorumlar	<p>U-1 Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek (KU): Gözlem formlarında tek bir davranışa odaklanarak veri toplamak daha güvenilir olacaktır. Bu nedenle Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek (KU) davranışı Kriterlere uygun çözümler üretmek ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek üzere iki maddeye ayrılabilir.</p> <p>Çözümlerin sınırlandırılması (KU): Bu davranışın biraz daha netleştirilebilir.</p> <p>Taslak çiziminin yapılması (KU): MTS'nin Olası Çözümlerin Geliştirilmesi aşaması için bu davranış kritik bir belirteç. Davranış "Taslak çizimlerin yapılması" olarak revize edilebilir. Endişem ise bu aşamanın çok zaman alması ve öğrencilerin yalnızca bir çizim yaparak süreci ilerletmeleri. Madde bahsettiğim şekilde teoriye uygun olarak revize edilse bile sahada bu davranışı tam olarak gözlemlemek zor olabilir.</p> <p>Son iki madde Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek (UD) ve Malzemelerin gerekçeli açıklaması (UD) daha önceden tekrarlanmış bu nedenle gözlem formundan çıkarılabilir.</p> <p>Bu aşama için eklenebilecek davranışlar ise aşağıda sunulmuştur: Tasarımın nasıl çalıştığını ifade etmek için yeterli açıklamanın sunulması Öğrencilerin tasarım problemi çerçevesinde etkili iletişim kurmaları</p>					

				(U)/ (KU)/ (UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	Öğrenciler tarafından sunulan olası çözümler arasından belirlenen tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre analizler yaparak problemin çözümünü en iyi karşılayan çözüm(ler)in seçilmesidir	Kriter ve sınırlamalara uygun çözüm önerisi sunmak	KU	U	U
			Her bir çözüm için uygun malzeme/malzemeleri seçmek	U	U	U
			Her bir çözüm için uygun malzeme/malzemeleri tanımlanması	UD	U	U
Öneri ve Yorumlar	<p>U-1 Kriter ve sınırlamalara uygun çözüm önerisi sunmak (KU): Gözlem formlarında tek bir davranışa odaklanarak veri toplamak daha güvenilir olacaktır. Ayrıca var olan fikirlerden birisi seçildiği için en kelimesi de davranışa eklenebilir.</p>					

	<p>Bu nedenle Kriter ve sınırlamalara uygun çözüm önerisi sunmak (KU) davranışı Kriterlere en uygun çözümü belirlemek ve sınırlamalara en uygun çözümü belirlemek üzere iki maddeye ayrılabilir.</p> <p>Her bir çözüm için uygun malzeme/malzemeleri tanımlanması(UD): Bu aşamada malzemelerin belirlenmesi yeterlidir. Malzemeleri tanımlama davranışı bir önceki aşamaya aittir. O da önceki aşamada Malzemelerin gerekçeli açıklaması davranışı ile başarılı bir şekilde sunulmuş.</p> <p>Bu aşama için eklenebilecek davranış ise aşağıda sunulmuştur: Olası çözümlerin avantaj ve dezavantajlar göz önünde bulundurularak karşılaştırılması.</p>
--	---

				(U)/(KU)/(UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
5	Prototipin Oluşturulması	Bu aşamada tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre belirlenen çözüm(lerin)ün iki ve üç boyutlu olarak modelleyen bir ilk ürünün (prototipin) oluşturulması.	Malzeme analizlerini dikkate alarak model oluşturma	U	U	U
			Kriter ve sınırlamaları dikkate alarak model oluşturma	KU	U	KU
			Belirlenen çözümü dikkate alarak model oluşturma	U	U	U
			Taslak çizimini dikkate alarak model oluşturma	U	U	U
Öneri ve Yorumlar		<p>U-1 MTS süreci ortaya çıkan ürünler sistem, model, fiziksel bir ürün veya bir akış şeması gibi pek çok formda olabilir. Bu ürünlerin hepsi için prototip kavramı kullanılır. Bu nedenle model kelimesi prototip olarak revize edilmelidir.</p> <p>Kriter ve sınırlamaları dikkate alarak model oluşturma(KU): Gözlem formlarında tek bir davranışa odaklanarak veri toplamak daha güvenilir olacaktır. Bu nedenle Kriter ve sınırlamaları dikkate alarak model oluşturma (KU) davranışı Kriterlere uygun şekilde prototipi oluşturma ve sınırlamalara uygun şekilde prototipi oluşturma olmak üzere iki maddeye ayrılabilir.</p> <p>U-3 İki ayrı madde olarak yazılabilir.</p>				

				(U)/(KU)/(UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Mühendisler bu aşamada çözümlerin yönelik tasarımlarını belirtilen tasarım kriterleri ve sınırlamaları dahilinde test ederler. Çözümleri tasarım kriterleri açısından değerlendirirler. Geliştirilmeye ihtiyaç duyulan noktaları belirlerler.	Kriter odaklı çözümleri belirtme	UD	U	U
			Test şekillerini belirtme	UD	U	U
			Çözümlerin açıklanması	UD	U	U
			Maliyet hesabı tutma	UD	U	U
			Maliyet hesabı yapma	UD	U	U
		Tasarım kriterlerini ve sınırlamalarını ne ölçüde karşıladığı belirlemek için, test etme yöntemlerine, ölçme süreçlerine, veri toplama ve veri kaydetme				

	süreçlerine karar vermek			
Öneri ve Yorumlar	<p>U1-Bu aşama için eklenebilecek davranışlar aşağıda sunulmuştur: Prototip için tasarım probleminin uygun bir test yöntemi belirleme Prototip için geçerli bir test yöntemi belirleme Prototip için güvenilir bir test yöntemi belirleme Test sürecinde kriterleri göz önünde bulundurma Test sürecinde kısıtlamaları göz önünde bulundurma Elde edilen verileri uygun şekilde kaydetme veya görselleştirme (tablo ve grafik gibi vs) Verileri analizi Analizden hareketle prototipin tasarım probleminin çözümüne uygun olup olmadığına karar verme Maliyet hesabı ile ilgili iki madde çıkarılabilir. Çünkü tasarım sınırlamaları içinde bu iki maddeye vurgu var ise zaten doğrudan yukarıya sunulan</p>			

				(U)/ (KU)/ (UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
7	Çözümlerin Sunulması	Tasarım kriterleri ve sınırlamaları göre çözüm topluluk önünde anlatılır. Bu sunum, çözüm(ler)in belirlenen ihtiyaç veya problemi en iyi şekilde nasıl karşıladığına dair bir tartışmaya yer verilir. Çözüm(ler)in toplumsal etkisi ve ticari değeri tartışmaya dahil edilebilir.	Kriterlere odaklı sunum yapma	U	U	U
			Grupların eleştirilerini alma	U	U	U
			Grupların eleştirilerini yanıtlama	U	U	U
			Düzeltilen bölümleri belirleme	U	U	U
Öneri ve Yorumlar	U-1 “Düzeltilen” yerine “revizyon” daha uygun bir kavram.					

				(U)/ (KU)/ (UD)		
	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	U1	U2	U3
8	Yeniden Tasarlama	Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve çözümlerin sunulması aşamalarında elde edilen bilgiler ışığında tasarım çözüm(leri) üzerinde iyileştirmeler yapılan aşamadır.	Belirlenen düzenlemeyi tanımlama	U	U	U
			Belirlenen düzenlemeyi araştırma	U	U	U
			Belirlenen düzenlemeyi çözüm önerisi sunma	U	U	U
			Belirlenen düzenlemeyi çözümlenme	U	U	U
			Belirlenen düzenlemeyi uygulama	U	U	U
Öneri ve Yorumlar	U-1 “Düzeltilen” yerine “revizyon” daha uygun bir kavram. 7. ve 8. Aşamalar yer değiştirmelidir.					

Ek 24. STEM Okuryazarlığı Yetenekleri Davranışları Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu Uzman Görüşleri

Uzman değerlendirme formlarında “U:Uygundur.”, “KU: Kısmen Uygun.”, “UD:Uygun Değil” seçenekleri ve “Önerileriniz” kısmı eklenmiştir. Uzmanlar görüşleri sonucunda STEM okuryazarlığı yarı yapılandırılmış gözlem formu ile ilgili gelen dönütleri toplu tabloları aşağıdaki gibidir.

STEM Okuryazarlığı (SOY) Unsuru	STEM Okuryazarlığı (SOY) Açıklama	STEM Okuryazarlığı (SOY) Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)		
			U1	U2	U3
1-STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Gerçek dünya bağlamında fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel problemler veya sorular üretme. Gerçek dünya problemlerine veya sorularına fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel bir süreç kullanarak cevap arama. Kanıtları, görgü tanıklarını veya sorunlara veya sorulara yanıt vermek için gerekli bilgiler.	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	U	U	U
		Problem veya sorunlara cevaplar arama	U	U	U
		Gerekli bilgileri toplama	U	U	U
Öneri ve Yorumlar	U-1 Bu aşama için eklenebilecek davranış aşağıda sunulmuştur: Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme U-2 “Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme” eklenmeli.				

STEM Okuryazarlığı (SOY) Unsuru	STEM Okuryazarlığı (SOY) Açıklama	STEM Okuryazarlığı (SOY) Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)		
			U1	U2	U3
2-Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Cevapları bulurken kılavuz olarak kullanılacak soru setini belirleme becerisi, Birden çok kaynaktan gelen bilgileri verimli ve güvenilir bir şekilde sentezleme becerisi	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme	U	U	U
		Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma	U	U	U
Öneri ve Yorumlar	U-1 Bu aşama için eklenebilecek davranış aşağıda sunulmuştur: Konu hakkında farklı kaynaklardan elde ettiği bilgileri anlamlı şekilde bütünleştirme U-2 “Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma” ilgili bir davranış olabilir.				

STEM Okuryazarlığı (SOY) Unsuru	STEM Okuryazarlığı (SOY) Açıklama	STEM Okuryazarlığı (SOY) Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)		
			U1	U2	U3
3-STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği	Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel kavramları ve süreçleri, meydana gelebilecek herhangi bir etkiyi dikkate alarak günlük yaşam durumlarına uygulama becerisi	STEM disiplinlerini dikkate alarak çözümler arama	U	U	U
		STEM disiplinlerini dikkate alarak çözümler sunma	U	U	U
Öneri ve Yorumlar	U-1 Bu aşama için eklenebilecek davranış aşağıda sunulmuştur: STEM kavram ve becerileri bir gerçek yaşam problemine uygulama U-2 STEM’in bütünleşik yaklaşım olduğunu dikkate alarak sadece STEM alanları değil farklı alanları bir arada düşünme durumu da sorgulanabilir.				

			(U)/ (KU)/ (UD)		
STEM Okuryazarlığı (SOY) Unsuru	STEM Okuryazarlığı (SOY) Açıklama	STEM Okuryazarlığı (SOY) Davranışlar	U1	U2	U3
4-STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği	Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi	Disiplin alanlarına göre gerekli araçların belirlenmesi	U	U	U
		Disiplin alanlarına göre gerekli süreçlerin belirlenmesi	U	U	U
		STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma	U	U	U
Öneri ve Yorumlar					

			(U)/ (KU)/ (UD)		
STEM Okuryazarlığı (SOY) Unsuru	STEM Okuryazarlığı (SOY) Açıklama	STEM Okuryazarlığı (SOY) Davranışlar	U1	U2	U3
5-STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği	Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel ilke ve süreçleri kullanarak modern dünyadaki karmaşık konuları tanımlama, eleştirme, yorum yapma ve karar verme becerisi	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konuları tanımlama	U	U	U
		STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konulara yorum yapma	U	U	U
Öneri ve Yorumlar	U-2 STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama yapma. STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak önerilerde bulunma.				

			(U)/ (KU)/ (UD)		
STEM Okuryazarlığı (SOY) Unsuru	STEM Okuryazarlığı (SOY) Açıklama	STEM Okuryazarlığı (SOY) Davranışlar	U1	U2	U3
6-STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi ve birikimleri etkili bir şekilde sunma ve algılama becerisi	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	U	U	U
		STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	U	U	U
Öneri ve Yorumlar					

Ek 26. Biyoçeşitlilik STEM Modülü İçeriği NGSS-MEB-21. YY. Becerileri- SOY Eşleştirme Tablosu

Biyoçeşitlilik STEM Modülü İçeriği NGSS-MEB-21. YY. Becerileri- SOY Eşleştirme Tablosu						
Sınıf	Ders	Performans Beklentileri (NGSS)	Kazanımlar (MEB, 2018a)	21. yy. Becerileri (P21)	STEM Okuryazarlık Yetenekleri	Etkinlikler
5	Fen Bilimleri	Fosiller uzun zaman önce var olan organizma ve ortam türleri hakkında kanıt sağlar. LS4.A Bazı organizmalar bazı yerlerde hayatta kalabilirler. LS4.C Bir gruba ait olmak hayvanların yiyecek elde etmelerine, kendini savunmalarına ve değişikliklerle başa çıkmalarına yardımcı olur. LS2.D	F.5.6.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.	Problem Çözme Araştırma Sorgulama Yaratıcılık Eleştirel Düşünme İletişim İşbirliği Merak Sosyal ve Kültürel Farkındalık	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Etkinlik 1 Etkinlik 2 Etkinlik 3 Etkinlik 4 Etkinlik 9 Etkinlik 12
		Çevresel koşullar değiştiğinde bazı organizmalar ölür, bazıları yeni yerlere taşınır, bazıları da hayatta kalır, çoğalır. LS2.C Organizma popülasyonları çeşitli habitatlarda yaşar. Bu habitatlardaki değişim o canlıları etkiler. LS4.D Canlıları onların çevrelerinin fiziksel özellikleri etkileyebilir. ESS2.E	F.5.6.1.2. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.	Problem Çözme Araştırma Sorgulama Karar Verme Eleştirel Düşünme İletişim İşbirliği	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği STEM'i Uygulama Yeteneği	Etkinlik 10 Etkinlik 11 Etkinlik 13 Etkinlik 14
		Canlıları onların çevrelerinin fiziksel özellikleri etkileyebilir. ESS2.E Organizma popülasyonları çeşitli habitatlarda yaşar. Bu habitatlardaki değişim o canlıları etkiler. LS4.D	F.5.6.1.3. Biyoçeşitliliğin bozulmasına sebep olan durumlarla ilgili çözüm önerileri sunar ve modeller geliştirir.	Yaratıcılık Problem Çözme Araştırma Sorgulama Eleştirel Düşünme İnovasyon İletişim İşbirliği Girişimcilik	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	Tasarım Görevleri

Ek 27. MTS-YPÇ Süreci- (SOY) Yetenekleri Uyum Tablosu

Mühendislik Tasarım Süreci-Yaratıcı Problem Çözme Süreci- STEM Okuryazarlığı(SOY) Yetenekleri Uyum Tablosu			
Aşama	Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2015)	Yaratıcı Problem Çözme Becerisi (Özkök, 2004)	STEM Okuryazarlığı Yetenekleri (Techakosit ve Nilsook, 2018; Techakosit ve Srisakuna, 2019; Wannapiroon ve diğ. 2021)
1	Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	Analiz etme ve araştırma Sürecin çevresini ve sınırlarını belirleme	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği
2	Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	Bilgi toplama	Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Alternatif çözümler üretme	STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	En iyi çözümü seçme	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
5	Prototipin Oluşturulması	Çözümü geliştirme Bir prototip oluşturma	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Test etme ve değerlendirme	STEM Bilgilerini İletme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği
7	Çözümlerin Sunulması		STEM Bilgilerini İletme Yeteneği
8	Yeniden Tasarlama	Yeniden tasarım ve düzeltme	STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği STEM Bilgilerini İletme Yeteneği

Ek 28. Biyoçeşitlilik STEM Eğitimi Modülü

MODÜL KÜNYESİ

Disiplin Alanı	Fen Bilimleri
Öğrenme Alanı	İnsan ve Çevre
Konu Alanı	Biyoçeşitlilik
Sınıf	5
Ders Saati	72 saat
Çalışmanın Amacı	Biyoçeşitliliğin önemini farketmesini ve biyoçeşitliliği etkileyen faktörleri araştırmasını sağlamak ve biyoçeşitliliği korumak için çözümler üretmek, modeller geliştirmek.
Disiplinler	Çalışmanın Kazanımları
Fen Bilimleri	<p>F.5.6.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.</p> <p>F.5.6.1.2. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.</p> <p>***Biyoçeşitliliği korumak için çözüm önerileri sunar.</p> <p>***Biyoçeşitliliği korumak için modeller geliştirir.</p> <p><u>(***şeklinde belirtilen kazanımlar araştırmacı tarafından yazılmıştır.)</u></p>
Matematik	<p>5.1.2.12 Dört işlem içeren problemleri çözer.</p> <p>5.1.6.4 Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarı bulur.</p> <p>5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur.</p> <p>5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanıır, birimleri birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.</p> <p>5.2.4.1. Dikdörtgenin alanını hesaplar.</p> <p>5.2.4.4. Dikdörtgenin alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer..</p> <p>M.6.3.4.2. Verilen bir hacim ölçüsüne sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birimküplerle oluşturur, hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar.</p> <p>M.6.3.4.4. Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.</p> <p>M.6.3.4.5. Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.</p> <p>M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur.</p> <p>M.7.1.4.7. Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.</p>
Bilişim Teknolojileri (Teknoloji)	<p>BT.5.3.1.1 Bilginin ağlar arasındaki yolculuğunu keşfeder.</p> <p>BT.5.3.2.3 Arama motorlarını kullanarak basit düzeyde araştırma yapar.</p> <p>BT.5.3.2.4 Ulaştığı bilginin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular.</p> <p>BT.5.3.2.5 Ulaştığı bilgiyi kaynak göstererek düzenler.</p> <p>BT.5.4.3.1. Sunu hazırlama programının ara yüzünü ve özelliklerini tanıır.</p> <p>BT.5.4.3.2. Belirli bir amaç için oluşturduğu sununun tasarımını ve bileşenlerini biçimlendirir.</p> <p>BT.5.4.3.3. Sunu hazırlama programı ile oluşturduğu sunuyu düzenler.</p> <p>BT.5.4.3.4. Sunu hazırlama programı ile oluşturduğu sunuyu sunar.</p> <p>BT.5.4.3.5. Farklı sunu hazırlama programlarını keşfeder.</p>
Görsel Sanatlar (Estetik)	G.5.1.7. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır.

	<p>G.5.1.1. Görsel sanat çalışmasını oluştururken uygulama basamaklarını kullanır.</p> <p>G.5.3.7. Görsel sanat çalışmasında etik kurallara uyar.</p>	
Teknoloji Tasarım (Mühendislik)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular. 2. Tasarım planlama sürecini uygular. 3. Prototipini oluşturur. 4. Tasarladığı ürünü değerlendirir. 5. Tasarladığı ürünü (model veya prototip) yeniden yapılandırır. 	
Kazandırılması Planlanan Beceriler	21. YY Becerileri	Üst Düzey BSB
	Problem Çözme Yaratıcılık Eleştirel Düşünme Araştırma Sorgulama İletişim İşbirliği	Verileri Kullanma ve Model Oluşturma Karar Verme Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme

BÖLÜM 1

BİYOÇEŞİTLİLİĞE GİRİŞ ETKİNLİKLERİ



Milyarlarca yılda oluşan biyoçeşitlilik; hızlı nüfus artışı, çevre kirliliği, çarpık kentleşme, doğal kaynakları bilinçsiz kullanma, ormanların tahribatı, çölleşme, erozyon gibi sebeplerden dolayı büyük bir tehdit altındadır.

Dünyada canlı çeşitliliği büyük bir hızla azalmaktadır. Örneğin her yıl canlı türlerinin binde

6'sı tükenmekte, canlı türlerinin tükenmesine en çok neden olan etken insan etkisi olarak görülmektedir. İnsan faaliyetleri iklim değişikliğine, iklim değişikliği ise, doğa dengesinin bozulmasına neden olmaktadır.

Birleşmiş Milletler Genel Sekreterliği ekosistemlerin insan yaşamı ve çevre için son derece önemli olduğunu ve biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik küresel düzeyde işbirliğinin gerekliliğini vurgulamak için 2010 yılını "Uluslararası Biyoçeşitlilik Yılı" ilan etmiştir. Dünyanın yaşanabilir olması için çevreyi, canlıları ve biyoçeşitliliği koruyan bireylere ihtiyaç duyulmaktadır.

Canlı çeşitliliği açısından en zengin olan ülkelerden biri Türkiye'dir. Türkiye'nin dağları, denizleri, ovaları, akarsuları birçok canlı türüne ev sahipliği yapmakta olmasına rağmen son yıllarda ülkemizde de ekosistem alanları uygulanan bilinçsiz politikalarla kontrolsüzce yok edilmektedir. Örneğin Türkiye'nin tarımda zenginlik kaynağı olan ovaları bile bir yandan kirlenirken, bir yandan yapılaşma ile yok edilmekte, bir yandan ise bilinçsiz tarım ile yerli üretimden uzaklaştırılmaktadır. Verimli tarım toprakları amaç dışı kullanılmakta, atıklarla kirletilmekte, çevresel sorunlara sebep olunmaktadır.

Son yıllarda su kaynakları için de bilinçsiz ve kontrolsüz çalışmalar sürdürülmektedir. Ülke genelinde hidroelektrik Santrallerinin (HES) sayısının artırılması çalışmaları hızla devam etmektedir. Bunun sonucunda akarsuların, derelerin üzerine yüzlerce hidroelektrik santrali kurulmuş; akarsular, akarsuların geçtiği güzergahtaki canlıların o bölgeleri terk etmesine ya da yok olmalarına izin verilmiştir. Bu santraller

artıkça dereler, akarsular kuruyacak, milyarlarca yılda oluşan doğal yaşam alanları, canlılar yok olma tehlikesi yaşamaya devam edecektir. Başka bir açıdan da topraklar susuz kalacak, erozyon artacaktır.

Ormanlarımızda da durum tarımsal alanlar ve su kaynaklarından farksızdır. Son yıllarda birçok orman arazisi maden işletmelerine açılmıştır. Maden arama, işleme faaliyetleri kapsamında orman ekosistemlerine zararlar verilmektedir. Örneğin Kazdağları endemik tür açısından dünyada en zengin alanlardan biridir. Fakat altın işleme çalışmalarıyla o bölgedeki endemik türlerin yok olmasına izin verilmektedir. Çevre örgütleri bu durumlara tepki gösterse de engel olunamamıştır.

Bilinçsiz avlanma geri kalan canlı türleri için insanlar tarafından başka bir tahribat alanı oluşturmaktadır. Orman İşletme Müdürlükleri(yaban hayatı ve bitki çeşitliliğini koruma gibi), Devlet Su İşleri Müdürlükleri(su canlılarını koruma gibi), Tarım Müdürlükleri(ekilebilir alanları destekleme gibi) ve belediyeler (yerli tohumu koruma ve yayma gibi sosyal sorumluluk projelerini destekleme gibi) bu konuda gerekli çalışmaları yapsalar da yetersiz kalmaktadır. Ülkemizin biyoçeşitliliğini korumak, gelecek nesillere aktarabilmek için daha fazla bilinçlenmeye, daha çok çevreyi koruyan uygulamalar yapmaya ve çözümler üretmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim bir Kızıldereli atasözünün dediği gibi **“Dünya bize atalarımızdan miras kalmadı, çocuklarımızdan ödünç aldık.”**

Bu ülkenin, dünyanın bireyleri; geleceğin çevre mühendisleri, orman mühendisleri, maden mühendisleri ve su ürünleri mühendisleri olarak önce ülkemizin sonra dünyanın biyoçeşitliliğini korumak için sizlerden; canlıları, doğayı tehdit eden bu problemlere yönelik çözümler üretmeniz, tasarımlar geliştirmeniz istenseydi nasıl çözümler sunardınız? Bir mühendis olarak sizden isteğimiz planlamalar, araştırmalar yapmanız, çözümler sunmanız, tasarımlar geliştirmenizdir.

Çalışma süreci içinde geliştirecek olduğunuz fikirleriniz; biyoçeşitliliği korumaya yönelik çözümler sunmalıdır. Ürettiğiniz ürünlerin özellikleri;

1. Kolay ulaşılabilir malzemelerden(çok kullanılan ya da doğaya dost atık malzemelerden),
2. Ekonomik olmalı,
3. Dış koşullara karşı (yağmur, sıcak, soğuk, rüzgar) dayanıklı olmalı,
4. Canlıları dış etkilere karşı koruyacak özellikte olmalı

5. Yapıldığı bölgeye uyumlu, kamuflaja uygun olmalıdır.

Çalışmalarınızı yaparken okul bilgisayar laboratuvarı, resim atölyesi, fen laboratuvarı ve fen dersliklerindeki teknolojik alt yapıyı kullanabilirsiniz.

Çalışmanız boyunca; ortamınızın teknolojik alt yapısı, fiziksel şartlar, zaman, maliyet gibi konular sizi sınırlandırabilir. Sınırlılıklarınıza dönük çözümler üretebilirsiniz.

Verilmesi düşünülen tahmini süre toplamda **72 ders** saatidir.

Çalışmalara başlamadan önce 4-6 kişilik gruplarınızı oluşturunuz ve iş bölümü yapınız.

Birer bilim insanı gibi davranarak araştırmalarınızı, çevre mühendisi gibi davranarak tasarımlarınızı oluşturunuz.

Kısa Bilgi:

Mühendis; teknik, matematiksel ve sosyal veriler ışığında insanların kullanımına yönelik yeni sistemler üretme ve geliştirme ile sorumludur. Mühendis, büyük ölçekli, karmaşık sistemleri analiz etmek, geliştirmek ve değerlendirmek için çeşitli sahalarda görev alır. Mühendislik, çalışma sahalarına göre; inşaat mühendisi, ziraat mühendisi, orman mühendisi, genetik mühendisi, maden mühendisi, elektrik elektronik mühendisi, makine mühendisi, çevre mühendisi gibi pek çok dala ayrılmaktadır.

Ziraat Mühendislerinin Görevleri:

Ziraat mühendisi, mühendislik teknolojisi ve biyoloji biliminden faydalanarak toprak ve suyun korunması, tarımsal ürünlerin işlenmesi ile ilgili tarımsal sorunlara çözümler üretir.

1. Tarım ürünlerinde oluşabilecek hastalıklar konusunda tavsiyede bulunmak,
2. Bitki zararlılarıyla mücadele planı oluşturmak ve uygulamak,
3. Fide üretimi ve sertifikalandırmasını sağlamak,
4. Yeterli performansı sağlamak için tarım makinelerini ve ekipmanlarını test etmek,
5. Mahsul depolama, hayvan barınağı ve hayvansal ürün işleme süreçlerini denetlemek,

6. Su kalitesi ve kirlilik yönetimi, nehir kontrolü, yeraltındaki ve yüzeydeki su kaynakları ile ilgili konularda incelemelerde bulunmak,
7. Çiftçilere veya çiftlik kooperatif üyelerine tarımsal üretkenliği geliştirmelerine yardımcı olabilecek bilgiler sağlayan eğitim programları düzenlemek,
8. Gıda işleme veya üretim tesisi operasyonlarını denetlemek,
9. Tarım ve ilgili sektörlerdeki çevre ve arazi ıslah projelerini tasarlamak ve denetlemek,
10. Kırsal alanda elektrik-güç dağıtım sistemlerini planlanmak ve inşa etmek,
11. Toprağı ve suyu koruma amaçlı sulama, drenaj ve taşkın kontrol sistemlerini oluşturmak.

Orman Mühendisliğinin Görevleri:

Orman mühendisi; ormanların korunması, ıslahı, geliştirilmesi ve erozyonla mücadele konusunda çalışır. Orman mühendislerinin büyük bir kısmı, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde kadrolu olarak hizmet verir.

1. Orman korunması ile ilgili makro ve mikro planlar hazırlamak,
2. Orman çevre şartlarının iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapmak,
3. Kontrol listeleri oluşturmak ve orman muhafaza çalışanları gibi diğer görevlilerin kullanımına sunmak,
4. Yangın gibi doğal afetler ile karşılaşıldığı zaman müdahale ve mücadele etmek,
5. Orman alanı üzerinde inşa edilecek olan köprü ve menfez gibi alanlar için bilgi toplamak,
6. Ormanlar içerisinde yapılacak olan ana ve tali yolların güzergâhları konusunda çalışmalar yapar.

Genetik Mühendisliğinin Görevleri:

Genetik mühendisi; genlerin, insan, bitki, hayvan ve mikroorganizmaları içeren canlı formların kapsamlı incelemesini yürütür. Organizmaların daha sağlıklı, verimli ve çevresel zorluklara dayanıklı hale gelmesi için genetik yapıları düzenleme veya değiştirmede görev alır. Genel sorumlulukları şunlardır;

1. Hayvan, bitki ve insanların biyolojik sistemlerinin çeşitli mühendislik yönleri hakkında araştırma yürütmek,
2. Kalıtsal hastalıkların tedavisi için genleri manipüle ve modifiye etmek üzere çalışmalar yürütmek,
3. Organizmaların DNA'sını ayıklamak veya tanı testleri yapmak,
4. Deneylerde ve ürünlerde kullanılacak yeni malzemeleri araştırmak,
5. Biyomedikal ekipmanı doğru kullanmak ve gerektiğinde ekipmanlarda değişiklik yapmak,
6. Genetik araştırma ve çalışması yapılmış olan canlıları, hücre ve dokuları uygun bir şekilde muhafaza etmek,
7. Laboratuvarıda iş güvenliğini sağlamak,
8. Genetik araştırma projelerinde çalışan diğer genetikçi, biyolog veya teknisyenlerin çalışmalarını denetlemek veya yönlendirmek,
9. Laboratuvar araştırma süreç ve sonuçlarını belgelemek,
10. Bilimsel makaleler yazarak araştırma ve deney sonuçlarını belgelemek ve yayınlamak,
11. Deney ve araştırma sonucu elde edilen verileri analiz etmek ve makale olarak yayınlamak,
12. Hem teori hem de pratiği genç meslektaş ve öğrencilere aktarmak,
13. Bilimsel yayın ve gelişmeleri sürekli olarak takip etmek,
14. Yeni teknik ve uygulamalar geliştirmek için çalışmak.

Tarımsal Genetik Mühendislerinin Görevleri:

Tarımsal Genetik Mühendisliği bölümü mezunu bireyler çalıştıkları kurumlarda bitki ıslahı, tohumculuk, tohum genetiği üzerine araştırmalar yapacak, çalışmalarını planlayacak ve çalışmaların sonuçlarını doğru analiz etmektir.

Tasarım ürünlerinizi ve çözümlerinizi oluştururken aşağıdaki mühendislik tasarım sürecini takip ediniz.



NASA, 2015

GENEL PROBLEMİN YA DA İHTİYACIN TANIMLANMASI

Yukarıdaki metni okuyarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

ETKİNLİK 1

PROBLEMİN TANIMLANMASI	
OKUDUĞUNUZ METİNDEN NELER ÖĞRENDİNİZ?	
Metinde biyoçeşitlilikle ilgili hangi konulardan bahsedilmiştir?	Bu bilgiye metnin hangi bölümünden ulaştınız? (Örn 2. Sayfa 5. Paragraf gibi)
Metinde sizden beklenen nedir?	
Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili istenilen özellikler nelerdir?	
Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili sizi engelleyen sınırlılıklar neler olabilir?	

ETKİNLİK 2

İHTİYAÇLARIN TANIMLANMASI	
Siz bir mühendis olarak probleme yönelik çözümler, tasarımlar sunabilmek için aşağıdaki alanlarda neleri öğrenmeye ihtiyaç duyardınız?	
Fen Bilimleri Açısından	
Mühendislik Açısından	

Teknoloji Açısından		
Matematik Açısından		
Görsel Sanatlar		

ETKİNLİK 3

HEDEFLERİN TANIMLANMASI		
Çözüm veya tasarım süreci sonunda aşağıdaki alanlar açısından neleri öğrenmiş olmayı beklerdiniz?		
Fen Bilimleri Açısından		
Mühendislik Açısından		
Teknoloji Açısından		
Matematik Açısından		
Görsel Sanatlar		

GENEL İHTİYACIN YA DA PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI

(Araştırmalarınızı yaparken internet kaynaklarını, basılı kaynakları, çekilmiş videoları kullanabilirsiniz. Okulunuzun bilgisayar laboratuvarını kullanabilirsiniz. Ayrıca ilgili alan uzmanlarıyla görüşmeler(biyolog, çevre mühendisi, orman mühendisi, su ürünleri mühendisi, maden mühendisi, veteriner, belediye yetkilileri gibi)yapabilir yapılan çalışmalar hakkında bilgi alabilirsiniz.

ETKİNLİK 4

Sizler biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik tasarımlar geliştirirken ihtiyacınız olabilecek bilgileri araştırarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

FEN BİLİMLERİ		
Sorular	Açıklama	Tasarımınızın hangi kısımlarında bu bilgiyi kullanabilirsiniz?
Biy çeşitlilik nedir?		
Biy çeşitliliğin önemi nedir?		
Biy çeşitliliği tehdit eden faktörler nelerdir?		
Biy çeşitliliği korumak için neler yapılabilir?		

ETKİNLİK 5

Sizler biyoçeşitlilik problemine bir ziraat mühendisi, bir orman mühendisi gibi çözümler üreteceksiniz. Mühendisliği ve sözünü ettiğimiz mühendislik dallarını tanımaya ne dersiniz?

MÜHENDİSLİK		
Sorular	Açıklama	Tasarımınızın hangi kısımlarında bu bilgiyi kullanabilirsiniz?
Mühendislik nedir?		
Mühendis ne iş yapar?		
Mühendisin amacı nedir?		
Tasarım nedir?		
Mühendisle tasarım arasındaki ilişki nedir?		
Mühendislik Tasarım Süreci nedir?		
Ziraat mühendisleri ne iş yaparlar?		
Ziraat mühendisleri nerelerde çalışırlar?		
Orman mühendisleri ne iş yapar?		
Orman mühendisleri nerelerde çalışırlar?		
Genetik mühendisleri ne iş yapar?		
Genetik mühendisleri nerelerde çalışırlar?		

ETKİNLİK 6

Sizler tasarımınızı oluştururken ekonomik malzemeleri seçme, maliyetlerini hesaplama, puanlama yapma, konuyla ilgili tasarım ebatlarını oluşturma konusuna ihtiyacınız olabilir? Matematiksel hesaplamalar ve yorumlamalar konusunda araştırma yapmaya ne dersiniz?

MATEMATİK		
Sorular	Açıklama	Tasarımınızın hangi kısımlarında bu bilgiyi kullanabilirsiniz?
Uzunluk, alan hesaplamaları nasıl yapılır?		
Maliyet hesaplaması nasıl yapılır?		
Puan hesaplaması nasıl yapılır?		

ETKİNLİK 7

Sizler tasarımınızı oluştururken ihtiyacınız olacak teknolojik alt yapıyı hazırlama konusunda araştırma yapmaya ne dersiniz?

TEKNOLOJİ		
Sorular	Açıklama	Tasarımınızın hangi kısımlarında bu bilgiyi kullanabilirsiniz?
Bir konuda bilgi toplamak için araştırma nasıl yapılır?		
Toplanan bilgiler nasıl düzenlenir?		
Etkili sunum nasıl hazırlanır?		
Tasarım araç-gereçleriniz (silikon tabancası, vb) nasıl kullanılır?		

ETKİNLİK 8

Sizler tasarımınızı oluştururken estetiğe ihtiyaç duyup duymayacağınızı araştırmaya ne dersiniz?

Görsel Sanatlar		
Sorular	Açıklama	Tasarımınızın hangi kısımlarında bu bilgiyi kullanabilirsiniz?
Estetik nedir?		
Estetik anlayışı nasıl geliştirilebilir?		
Bir tasarımda estetik nasıl oluşturulur?		
Bir tasarımda estetiğe neden ihtiyaç duyulur?		

ETKİNLİK 9

BECERİLER: Problem Çözme, Araştırma Sorgulama, Karar Verme, İletişim, İşbirliği.



A



B



C



G



D



E



F

Tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Görsellerle İlgili Sorular	Açıklamalar
1. Yukarıdaki fotoğraflar hangi konuyla ilgili olabilir?	
2. A, B, C fotoğraflarında gösterilen olayların gerçekleşmesine sebep olan	

durumlar neler olabilir?	
3. D, E, F fotoğraflarında gösterilen olaylar/durumlar neyi anlatmaktadır?	
4. G fotoğrafındaki durum ile diğer fotoğraflar arasında nasıl bir ilişki olabilir?	

ETKİNLİK 10

BECERİLER: Problem Çözme, Karar Verme, Araştırma Sorgulama, İletişim, İşbirliği.

Bizim Biyolojik Çeşitliliğimiz;



BM raporunda, doğada biyolojik çeşitlilik kaybının endişe verici boyutlara ulaştığının altı çizilerek, dünya genelinde bu yönde yapılan çeşitli araştırmalara örnekler verildi.

Balık rezervlerinin üçte birinin aşırı avcılığa maruz kaldığı ve tatlı su balıklarının üçte birinin tehlike altında olduğu belirtilen raporda, toprak biyoçeşitliliğinin ve bitki çeşitliliğinin dünyanın her bölgesinde tehlike altında olduğu bilgisi paylaşıldı.

Arı kolonilerinin hızla azaldığı, bitkilerin tozlaşmasına sebep olan omurgalı hayvan türlerinin neslinin küresel olarak yok olma tehdidi altında bulunduğu belirtilen raporda, ayrıca kuş, yaras ve böcek popülasyonlarında da azalma yaşandığı kaydedildi. Raporda,

meraların dünyanın en az üçte birini kapsadığı, buna karşılık arazi tahribatından en fazla etkilenen ekosistemler arasında yer aldığı belirtildi.

Son 10 yılda ormanlık alanların azalması yüzde 50'ye kadar indirgenmiş olsa da halen küresel azalmanın devam ettiği belirtilen raporda, son yıllarda küresel olarak mercan kayalıklarında da büyük kayıpların görüldüğüne işaret edildi.

1 milyona yakın hayvan ve bitki türünün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğu belirtiliyor. Tarımsal faaliyetlerin ekosistemler üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunun tespit edildiği raporda, türlerin ve habitatların yok olmasının iklim değişikliği kadar dünya üzerindeki yaşam için de tehlike arz ettiği ifade edildi.

(<https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/dogada-biyolojik-cesitlilik-kaybi-giderek-artiyor>)

Tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Açıklama İle İlgili Sorular	Açıklamalar
1. Doğadaki biyolojik çeşitliliğin giderek azalmasının sebepleri neler olabilir?	
2. Doğadaki biyolojik çeşitliliğin azalması ne gibi sonuçlara yol açabilir?	
3. Bitki türlerindeki azalma doğayı ve insanları nasıl etkiler?	
➤ Bitki türlerinin azalmasının doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin sebepleri nelerdir?	
4. Arı kolonilerinin azalma sebebi neler olabilir?	
➤ Arı türünün yok olması doğayı nasıl etkiler?	
➤ Sebeperini belirtiniz.	
5. Sizce biyolojik çeşitliliği korumak için neler yapılabilir?	
➤ Yapılan uygulamanın faydası neler olur?	

ETKİNLİK 11

BECERİLER: Problem Çözme, Araştırma Sorgulama, Karar Verme, İletişim, İşbirliği.



Dinazorlar



Kaya Gülü



Moa



Mamut



Kum Zambağı



Hazar Kaplanı

Tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Resimlerle İlgili Sorular	Açıklamalar
1) Yukarıdaki canlılardan hangileri Dünya'da yaşamını sürdürmektedir?	
2) Canlı olarak birebir somut olarak gördükleriniz var mı?	
3) Canlıların nesli tükenebilir mi?	
Cevabınız evet ise; hangi canlılar olabilir, örnekler veriniz.	
4) Canlıların nesli sizce neden tükenir?	
Belirttiğiniz nedenlerin gerekçesini belirtiniz.	

ETKİNLİK 12

BECERİLER: Problem Çözme, Karar Verme, Araştırma Sorgulama, İletişim, İşbirliği.

Aşağıdaki tabloyu uygun şekilde doldurunuz.



Çita



Vaşak



Göl Soğanı



Panda



Denizanası Ağacı



Kelaynak

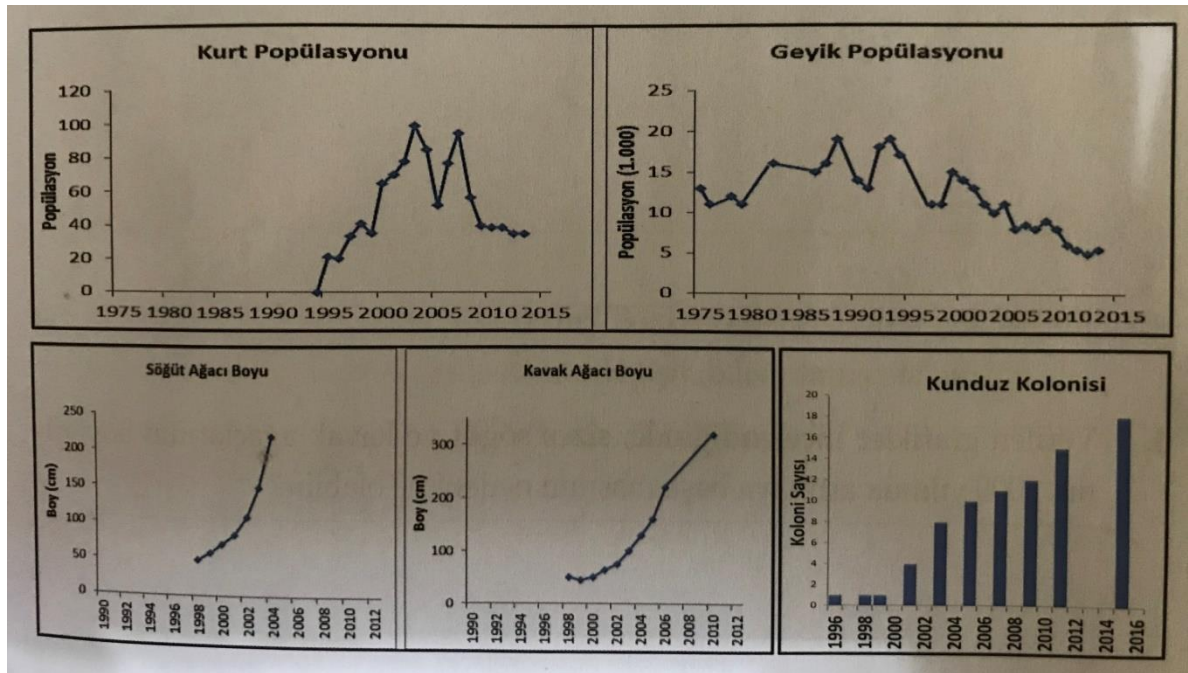
Resimlerle İlgili Sorular	Açıklamalar
1. Yukarıdaki canlılardan hangileri Dünya'da hala yaşamaktadır?	
Birebir canlı olarak gördükleriniz var mı?	
Cevabınız evetse; hangilerini ve nerede gördünüz?	
2. Canlıların nesli tükenme tehlikesi altında olabilir mi??	
Cevabınız evetse hangi canlılar olabilir?	
3. Canlıların nesli tükenme tehlikesi olmasının sebepleri neler olabilir?	
Sebeplerinizin gerekçelerini belirtiniz.	
4. Nesli tükenme tehlikesi altında olan canlıların biyoçeşitliliğe nasıl bir etkisi olur?	

ETKİNLİK 13: EKOSİSTEM MÜHENDİSLERİ: KURTLAR

BECERİLER: Problem Çözme, Araştırma Sorgulama, Karar Verme, İletişim, İşbirliği.

Amerika'da bulunan Yellowstone Milli Parkı, dünyanın ilk milli parkı olma özelliği taşımaktadır. Yellowstone Milli Parkı'nı özel kılan bir diğer durum ise yaşadığı ekolojik hikayedir.

1920'lerde Yellowstone Milli Parkı'ndaki bozkurtlar sistematik olarak avlanmış ve yok edilmiştir. Bozkurtlar, 1974 yılında tehlike altındaki türler listesine alınmış ve çevre kuruluşları bozkurtları yeniden Yellowstone Milli Parkı'ndaki eski topraklarına kazandırmak amacıyla çalışmalara başlamıştır. Çalışmalar sonucunda, 1995 yılında 21 bozkurt Yellowstone Milli Parkı'na salınmıştır. Bozkurtların yaklaşık 20 yıl aradan sonra Yellowstone Milli Parkı'na salınmasıyla birlikte, araştırmacılar bazı değişiklikler gözlemlemiştir. Nehirlerin davranışları değişmiş, ayıların sayısı artmış, geyiklerin sayısı azalmış, kunduzların sayısı artmış ve ağaçların boyları daha fazla uzamıştır. Yellowstone Milli Parkı Kuzey Bölgesi'ne ait kurt ve geyik popülasyonları, kunduz koloni sayısı, kavak ve söğüt ağaçları boylarına ilişkin verilerin yıllara göre değişimlerini gösteren grafikler verilmiştir.



Yukarıdaki metine göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Sorular	Cevaplar
1. Sizce kurtların Yellowstone Milli Parkı'na yeniden kazandırılmasının ardından gerçekleşen olaylar birbiriyle ilişkili midir? Neden?	
2. Verilen grafikler incelendiğinde, sizce 1995 yılından önce geyik popülasyonunun yüksek olma nedeni ne olabilir?	
3. Verilen grafikler incelendiğinde, sizce söğüt ve kavak ağaçlarının boylarının 2000 yılında artmaya başlamasının nedeni ne olabilir?	
4. Verilen grafikler incelendiğinde kunduz koloni sayısının 2000 yılında artmaya başlamasının nedeni ne olabilir?	
5. Kurtlar ve nehirler arasında nasıl bir ilişki olabilir? Açıklayınız.	
6. Kurtların ekosistemdeki rolü nedir?	
7. Bozkurtlar 1920'lerde yok edildiğinde ekosistemde ve besin ağında ne tür değişiklikler olmuş olabilir?	

(Kuvaç, M. Ve Sarı, I. , 2018)

4. Öğrenciler hangi alandaki hangi konuyu araştırma ihtiyacı duyarlar? Gerekçeleriyle (nedenleriyle) açıklayınız. Aşağıdaki tabloyu tasarım oyununu dikkate alarak doldurunuz.

Disiplin Alanı	Konular	Nedeni
Fen Bilimleri		
Teknoloji		
Matematik		
Mühendislik		
Görsel Sanatlar		

5. Öğrenciler hangi tasarım çözümlerini sunmuş olabilirler? Gerekçelerini(nedenlerini) belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

6. Siz olsaydınız nasıl bir çözüm sunardınız? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Sizin tasarım oyununuzun özellikleri neler olurdu? Gerekçelerini(nedenlerini) belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. Değerlendirirken nasıl bir puanlama sistemi oluştururdunuz? Gerekçelerinizi(nedenlerini) yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Hacıoğlu, Y. ve Dönmez Usta, N. , 2020 çalışmasından uyarlanılmıştır.)

BÖLÜM 2**OLASI ÇÖZÜMLER İÇİN TASARIM GÖREVLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ****ÇÖZÜM 1: TOHUM KUTUSU TASARIMI GÖREVİ**

BECERİLER: Problem Çözme, Eleştirel düşünme, Araştırma-Sorgulama, Yaratıcılık, İletişim, İşbirliği, Girişimcilik.

GRUP ADI:

TOPLAM SÜRE: 16 Ders Saati

TASARIM EKİBİ:.....

SENARYO:



Nisa'nın Dedesi



Nisa

Nisa okul tatillerinde bazen dedesinin köyüne gider, dedesinin bahçesinde ekim dikim işlerine yardım ederdi. Gene böyle bir bahar gününde dedesine yardım ederken dedesinin yakınmalarına şahit oldu ve dedesinin neden yakındığını sordu. Dedesi, 15 gün önce ektikleri tohumların çıkmadığını tekrar ekmek zorunda kaldıklarını söyledi. Nisa tohumların neden çıkmadığını dedesine sorduğunda birçok sebebinin olabileceğini fakat geçen yıldan sakladığı tohumlardan kaynaklanabileceğini söyledi. Gözleri büyüyen Nisa şaşkınlıkla geçen yıldan kalan tohumların neden çıkmadığını sordu.

Dedesi: Eskiden olsa yıldan yıla sakladığımız tohumlar bir sonraki yıl kullanılırdı ama o tohumlar nerdeyse hiç kalmadı, bulmak zorlaştı. O nedenle onları ekemiyoruz.

Nisa: Artık tohumlar bir yıllık mı? Bir sonraki yıl eksek de çıkmıyorlar mı?

Dedes: Evet, 1 yıllık. Onları tohum satan yerlerden alıyoruz. Ekildiği yıl çok fazla ürün veriyor diye çoğu insan onları tercih ediyor. Biz yerli (ata) tohumlarını bulamadığımız için tercih ediyoruz. Aslında geçtiğimiz yıllarda o eski tohumlardan biraz vardı. Fakat sincaplar yemiş. Yerli(ata) tohumlardan çıkan meyve ve sebzelerin tadı, kokusu bir başkaydı, der.

O gün boyunca Nisa dedesinin anlattıklarını düşünür, üzülür. Derslerde hep ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olduğunu, dört mevsimin yaşandığını, tarımın en önemli ekonomik faaliyetlerden olduğunu ve ülkemizde birçok meyve sebze yetiştirilebildiğini öğrenmemiş miydi? Şimdi nasıl olur da tohumumuzu dışardan almak zorunda kalırız. Bir şeyler yapmalıydı. Yoksa ilerde o meyve sebzeler ülkemizde hiç yetişmeyebilirdi, yerli tohumlarımız dedesinin dediği gibi tamamen tükenebilirdi.

Yerli (Ata) tohumlarımız kaybolursa onunla beslenen diğer canlılar ve bizler de bu durumdan etkilenebiliriz, diye düşündü. O zaman yerli (ata) tohumlarımızın saklanması için belki bir şeyler yapabilir. Bir tohum kutusu oluşturulabilir, tohumların bu kutuda korunması sağlanabilirdi.

Nisa;

1. **Evdeki kolay bulunabilen malzemelerle**
2. **Ekonomik,**
3. **Dayanıklı,**
4. **Korunaklı**
5. **Kolay taşınabilir olması (1 kg'dan hafif)**
6. **Estetik**
7. **Ekolojik tehdit altındaki tohumlara yer verme özelliklerine sahip bir tohum kutusu oluşturabilir, bu kutuyu da dedesine hediye edebilirdi. Ama tek başına yapmak etkili olmazdı. Belki okula gittiğinde öğretmen ve arkadaşlarından destek alabilirse bu çantalardan daha fazla yapabilir, yaptıkça çevrelerine yayabilirler böylece yerli tohumların yayılmasına da destek olabilirdi. Böylece hem doğayı hem canlıların korunmasına yardımcı olabilirdi.**

Nisa diğer gün okula gider gitmez başından geçen olayı, duygularını, düşüncelerini öğretmenine ve arkadaşlarına anlatır. Öğretmeni arkadaşları da isterse böyle bir çalışma yapabileceklerini söyler, hatta kaybolma tehlikesi olan tohumlardan bulanlara bu problemi daha etkili çözebileceklerini ifade eder. **Fakat; öğretmen tohum kutusunu yaparken**

1. **Zamanlama**
2. **Araç-gereç eksikliği**
3. **Maliyet** gibi konuların onları sınırlayabileceğini, önlemini almalarını belirtir. Nisa ve arkadaşları probleme çözüm bulmak için işe koyulurlar.

Dikkat Edilecek Hususlar

- 1) Grubunuzun ortak fikirleri alınarak çözümler sunulmalıdır.
- 2) Süreniz 16 ders saati olup zamanlamaya özen göstermelisiniz.
- 3) Diğer arkadaşlarınızın çalışmalarının olduğunu düşünerek ses tonunuzu düşük tutunuz.
- 4) Kesici aletleri ve yapıştırıcıları kullanırken öğretmenlerinizden destek alabilirsiniz.
- 5) Yapacak olduğunuz tasarımın/prototipin öncelikle çizimini yapınız.
- 6) Araştırma için bilgisayarlarınızı ya da bilgisayar laboratuvarını kullanabilirsiniz.

Kısa Bilgi:

Tohumculuk: (mevzuat.gov.tr)

Amaç; bitkisel üretimde verim ve kaliteyi yükseltmek, tohumluklara kalite güvencesi sağlamak, tohumluk üretim ve ticareti ile ilgili düzenlemeleri yapmak ve tohumculuk sektörünün yeniden yapılandırılması ve geliştirilmesi için gerekli olan düzenlemeleri gerçekleştirmektir.

Tarla bitkileri, bağ-bahçe bitkileri, orman bitki türleri ve diğer bitki türleri çoğaltım materyaline ait çeşitlerin ve genetik kaynakların kayıt altına alınması, tohumlukların üretimi, sertifikasyonu, ticareti, piyasa denetimi ve kurumsal yapılanmalar ile ilgili düzenlemeleri kapsar.

Sürdürülebilir tarım, insan sağlığı ve çevreyi koruyan üretim sistemleriyle birlikte, teknolojinin dengeli kullanılması ve doğru işletme yönetimini de kapsayan sistemler bütünü olarak ifade edilmektedir (Hess, 1991; akt. Eryılmaz, Kılıç ve Boz, 2019). Çevresel sürdürülebilirlik enerji etkinliği, toprak ve su kalitesi, yaban hayatının korunması, gıda ve yem güvenliği ile işletme güvenliğini kapsamaktadır (Atış, 2004). Organik tarım, sürdürülebilir tarım örneklerinden biridir.

Organik tarım: Türk Dil Kurumu'na göre ilaç gibi kimyasal maddeler kullanmadan yapılan üretim biçimi, ekolojik tarım olarak tanımlanmaktadır. Organik Tarım Kanunu'na göre ise toprak, su, bitki, hayvan ve doğal kaynaklar kullanılarak organik ürün veya girdi üretilmesi ya da yetiştirilmesi, doğal alan ve kaynaklardan ürün toplanması, hasat, kesim, işleme, tasnif, ambalajlama, etiketleme, muhafaza, depolama, taşıma, pazarlama, ithalat, ihracat ile ürün veya girdinin tüketiciye ulaşıncaya kadar olan işlemlerdir.(mevzuat.gov.tr) Organik tarım son yıllarda hem insan sağlığı, hem de ekosistem için çok önemlidir. Artan toprak hava su gibi çevre kirlilikleri ve kimyasallar insanları işlem görmemiş geçmişten günümüze eski yöntemlerle yapılan tarım uygulamalara yönlendirmiştir. Organik tarımda genleri değiştirilmiş hiçbir madde bulunmamaktadır. Kimyasal ilaç ya da gübreler kullanılmamaktadır. Doğal ilaç ve gübreler tercih edilmektedir.

Ekolojik Tarım: Organik tarımla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Üreticilerin, doğayı ve tarım alanlarını tahrip etmeden, insanlara olumsuz yan etkileri olmayan bitkisel ve hayvansal üretimde

bulunmasına ekolojik, organik veya biyolojik tarım denilmektedir. Kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insan ve çevreye dost üretim sistemlerini kapsamaktadır. Bazı ülkelerde organik tarım olarak isimlendirilirken bazı ülkelerde ekolojik tarım olarak geçmektedir. Bazı bilim adamları ise ekolojik tarımı daha geniş kapsamda anlam içerdiğini düşünmektedirler.

Yukarıdaki senaryoya göre Nisa ve arkadaşlarına yardımcı olalım. Atalarımızdan gelen tohumlarımızı ve tohum çeşitliliğimizi korumak için tasarım ekibinizle Mühendislik Tasarım Sürecini takip ederek bir tohum kutusu tasarlayalım. 🤔



1. TASARIM PROBLEMİNİ VE İHTİYAÇLARINI TANIMLAMA

Yukarıdaki metni okuyarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

PROBLEMİN TANIMLANMASI		
Okuduğunuz metinden neler öğrendiniz?		
1) Yukarıdaki senaryo hangi konudan bahsetmektedir.		
2) Senaryoda anlatılan problem nedir?		
3) Sizce Nisa'nın dedesinin 15 gün önce ektiği tohumların çıkmamasının sebebi nedir?		
a) Belirttiği sebep dışında başka hangi sebepleri olabilir?		
b) Belirttiğiniz sebeplerin tohumların çıkmasına ne gibi bir etkisi olabilir?		
4) Nisa'nın dedesi yerli tohumları neden saklayamamıştır?		
a) Tohumların saklanması zorlaştıran başka hangi etkenler olabilir? (Küflenme, çürüme, kurtlanma vb.)		
5) Sizden beklenen nedir?		
6) Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili istenilen özellikler nelerdir?		
7) Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili sizi engelleyen sınırlılıklar neler olabilir?		

İHTİYAÇLARIN TANIMLANMASI		
Siz bir mühendis olarak probleme yönelik çözümler, tasarımlar sunabilmek için aşağıdaki alanlarda neleri öğrenmeye ihtiyaç duyardınız?		
Fen Bilimleri Açısından		
Mühendislik Açısından		

Teknoloji Açısından			
Matematik Açısından			
Görsel Sanatlar Açısından			
HEDEFLERİN TANIMLANMASI			
Çözüm veya tasarım süreci sonunda aşağıdaki alanlar açısından neleri öğrenmiş olmayı beklerdiniz?			
Fen Bilimleri Açısından			
Mühendislik Açısından			
Teknoloji Açısından			
Matematik Açısından			
Görsel Sanatlar Açısından			
Araç-Gereç Listesi			
Karton/Ayakkabı Kutusu	Yapıştırıcı	Mezürö	Rulo karton/Karton bardak
Makas- Maket Bıçağı	Süsleme kağıtları	Etiketler	Cırt cırt yapışkan
Kilitli poşet (boy boy)	Bant	Boyama kalemleri	Tohumlar için koruyucu ilaç (Kekik/nane/fesleğen/defne de olabilir.)
Pipetler	Silikon tabancası	Silikon	Hasta çubukları
Pamuk	Alüminyum Folyo/Streç Film	Sunta/Tahta	Strafor/ Köpük tabak

(Verilen araç-gereçlerin hepsini kullanmak zorunda değilsiniz. İçlerinden ihtiyacınız olanları kullanmanız yeterlidir.)

2. İHTİYACIN YA DA PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI

(Bu bölümde tasarım görevi 1 için ihtiyaç olarak belirlenen konuların araştırılması, sorgulanması ve toplanmasını içermektedir.)

İHTİYAÇLARIN VE PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI	
KONUyla İLGİLİ HANGİ BİLGİLERİ ARAŞTIRMAYA İHTİYAÇ DUYMAKTASINIZ?	
Fen Bilimleri Açısından	<p>Tohum nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Tohumun önemi nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Ata tohumu nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Ata tohumlarının önemi nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Tohumun özellikleri nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Tohumun saklanma koşulları nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Ata tohumları neden tehdit altındadır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Ata tohumlarının yok olmasının sonuçları neler olabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

	<p>Çimlenme nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Çimlenme nasıl gerçekleşir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Mühendislik Açısından</p>	<p>Kolay ulaşılabilir malzemelerle(atık maddeler vb.) neler olabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini(nedenini) belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Tasarımın çevre koşullarına karşı dayanıklı bir tasarım olabilmesi için hangi malzemeler kullanılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini(nedenini) belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Kolay taşınabilir bir tasarım olması için hangi özelliklere sahip olabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini(nedenini) belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>1 kg'dan hafif bir tasarım olabilmesi için hangi maddeler kullanılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini(nedenini) yazınız.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

	<p>Tohumların uzun süre saklanabilmesi için tasarıma neler eklenebilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini(nedenini) belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Teknoloji Açısından	<p>Arama motorlarında araştırma nasıl yapılır?</p> <p>Etkili bir sunum ve poster hazırlama kuralları nelerdir?</p>
Matematik Açısından	<p>Alan hesaplamaları ve dört işlem yapabilme</p> <p>Maliyet hesaplamaları yapma (Kullanılan malzemelerin kullanılan miktarlarının maliyet hesabını çıkarma)</p> <p>Puanlama yapma (çok nadir bulunan tohumlar (3), az bulunanlar (2), çok bulunanlar(1) puan verme ve kriterlere göre toplam puan hesaplama</p>
Görsel Sanatlar Açısından	<p>Tohum kutunuzun estetik olması için neler yapılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçelerinizi sıralayın.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

3. OLASI ÇÖZÜM/ÇÖZÜMLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Tasarımınıza karar verirken kullanılacak malzemeleri grupça tartışınız.

Tasarımınızı yaparken kullanacağınız malzemeleri ve gerekçelerini(nedenlerini) belirtiniz.	Açıklama
Malzeme 1	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 2	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 3	

Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 4	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 5	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 6	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 7	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 8	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 9	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 10	
Gerekçesi	
Kutunun neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	

Estetik Puanı Hesaplama

Gruplar kendilerine puan veremezler. Değerlendirmede en yüksek puan Grup sayısı-1'den başlar. Her grup karşı grupların tasarımlarını istasyon tekniği ile inceleyip bilgi alırlar. Grupça grup masalarına geçerek tasarımın estetik puanına karar verirler ve not alırlar. En son bütün grupların diğer gruplardan aldıkları puanlar toplanır, toplam puanlar hesaplanır. En yüksek puan alan gruptan en düşük olana doğru sıralama yapılır. Elde edilen puanlar puanlama tablosuna eklenir

	Değerlendirilen Gruplar				
Grup Adı					
Toplam Puan					
Estetik Sıralaması					

TASARIMIN DEĞERLENDİRİLMESİ

		Grup Puanları				
Değerlendirme Puanı	Nitelik	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
	Ekonomiklik					
3	<150 Lira					
0	>150 Lira					
	Dayanıklılık					
3	Su geçirmeyen madde					
2	Yarı geçiren madde					
1	Su geçiren madde					
	Korunaklı (Nem, sıcaklık, böcek ve kurtlanmaya karşı)					
3	3 veya daha fazla özelliğe karşı					
2	2 özelliğe karşı					

1	1 özelliğe karşı					
0	Korunaklı değil					
	Kolay Taşınabilirlik					
3	1 kg'dan hafif					
2	1 kg					
1	1 kg'dan ağır					
	Ekolojik Tehdit					
3	Türü tükenme tehlikesi altında olan tohumlara yer vermiştir.					
2	Türü tükenme tehlikesi olan olmayan tohumlara yer vermiştir.					
1	Türü tükenme tehlikesi olmayan tohumlara yer vermiştir.					
	Estetik					
3	Estetik					
1	Estetik değil.					
Toplam Puanınız						

7. ÇÖZÜMLERİN PAYLAŞILMASI

Üretilen tasarım görevleri gruplar tarafından sunulur ve tasarımın EN'leri belirlenir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Grup Adı					
Yapılan Prototip					
Kriter 1					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					

Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 2					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 3					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 4					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Grup Adı					
Kriter 5					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 6					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 7					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					

8. YENİDEN TASARIM**Tabloyu uygun şekilde doldurunuz.**

Sorgulama	Açıklama	Gerekçesi (Nedeni)
Yapmış olduğunuz tasarımdan memnun musunuz?		
Geliştirmek isteseydiniz hangi düzenlemeyi yapardınız?		
Nasıl yapardınız? Tasarımınıza eklemeyi düşündüğünüz özelliği ekleyerek modelinizi yeniden düzenleyiniz.		
Deneyimlerinizi yazınız.		

YANSITICI DEĞERLENDİRME

1) Yapmış olduğunuz tasarımınızla amacınıza ulaşmış oldunuz mu?

.....

2) Problemi çözebildiniz mi?

.....

3) Her gruba aynı malzemeler temin edildiğine göre ortaya çıkan tasarımlar aynı mı?
 Nedenini açıklayınız.

.....

Diğer grupların oluşturmuş olduğu tasarımlarla sizin tasarımınızın benzer noktaları var mıydı? Varsa benzerlikleri yazınız.

.....

4) Karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?

.....

a) Zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5) Çalışmaya yönelik önerileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TASARIMIN ENLERİ:

Kriter	En Ekonomik	En Kolay Ulaşılabilir	En Dayanıklı	En Kolay Taşınabilir	En Korunaklı	En Çok Tür Devamlılığını Önem Veren	En Estetik
Grup Adı							

Tohum kutunuzun değerlendirilmesi sırasında; aşağıda sizin gruba uygun olan özelliklere

(X) işareti koyunuz.

- En ekonomik olan tasarım bizim gruba aitti.
- En kolay ulaşılabilir malzemeli tasarım bizim gruba ait oldu.
- En dayanıklı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En kolay taşınabilir olan tasarım bizim gruba aitti.
- En korunaklı olan tasarım bizim gruba aitti.
- Ekolojik tehdiye en çok önem veren tasarım bizim gruba aitti.
- En estetik tasarım bizim gruba aitti.

BÖLÜM 3

OLASI ÇÖZÜMLER İÇİN TASARIM GÖREVLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÇÖZÜM 2: KUŞ EVİ TASARIMI GÖREVİ

BECERİLER: Problem Çözme, Araştırma-Sorgulama, Yaratıcılık, İletişim, İşbirliği, Girişimcilik

GRUP ADI:

TOPLAM SÜRE: 16 Ders Saati

TASARIM.EKİBİ:.....

SENARYO:

Cemre'nin babası avcılık sporuyla uğraşmaktadır. Her araziden dönüşte deneyimlerini, gözlemlerini Cemre ve erkek kardeşiyle paylaşmakta, doğanın korunmasının öneminden, bilinçli avcılıktan bahsetmektedir. Gene böyle bir zamanda eski zamanlar kadar çok kuş türünün kalmadığını, sayılarının gitgide azalmakta olduğunu, belki ilerde bu sporun yapılabileceği ortamın kalmayabileceğinden bahsetmiş, Cemreyle kardeşi neden böyle olduğunu sorgulamışlardı.



Babası: Avcılık eğitimi almayan, birinci amacı doğayı ve canlıları korumak olmayan insanların acılığa merak saldıgını, bilinçsiz bir şekilde doğadaki kuş gibi av türlerini zamanı gelmeden topluca katlettiler.

Halbuki avcılıkla ilgilenmek isteyenlerin Avcılık Kulübünden alınmış "Avcılık Belgesi"nin olması gerekiyor. Avcılık Belgesine sahip olmayanlar avcılık yapmaması gerekiyor. Bilinçsiz avlanmada dolayı bazı canlı türleri bir gün dünyada tamamen yok olabilir, o canlılarla beslenen diğer canlılar da bu durumdan olumsuz etkilenip onlar da yok olabilir. Yani bilinçsiz avlanma sadece o kuş türlerine ve av hayvanlarına zarar vermez, uzun vadede tüm canlılara ve bize zarar verir. O nedenle Orman İşletme Müdürlükleri ormanlara zaman zaman nesli tükenme tehlikesi altında olan canlıları bırakır, çoğalmaları için ortam yaratırlar. Bunlardan en bilinenleri keklik, kara

tavuk ve ala karga gibi kuşlardır. Aynı zamanda bu kuşlar tohumların yayılmasında da biyoçeşitliliğe katkıda bulunur. O nedenle bu kuşları korumamız bilinçli avlamamız gerekir.

Cemre: Neden ceza almıyorlar, biz çevremizi korumanın önemini anlatan dersler yapıyoruz, onlar doğaya zarar vermiş oluyorlar.

Babası: Ormanları ve av alanlarını jandarma veya orman işletme müdürlükleri kontrol eder. Eğer onları gördüğümüzde şikayet edersek tabi ki ceza alırlar.

Babasının anlattıklarına üzülen Cemre “Biz sayıları azalan avlanabilen kuş türlerinin sayılarını artırmak için neler yapabiliriz?” “Ne yaparsak o kuşların zarar görmesini engelleyebiliriz ve doğayı koruyabiliriz?” diye düşünmeye başlar.

Cemre: Av kuşlarını nasıl koruyabileceğimizi buldum. Eğer kardeşimle bir kuş evi yapıp keklik, ala karga , kara tavuk gibi bir kuşu alıp içinde büyütüp doğaya bırakırsak sayılarının azalmasını engelleyebiliriz.

Babası: Tabi anlıyorum seni, ama sadece senin yapacağın bir kuş evi ya da ürettiğin kuşlar yetmez ki.

Cemre: Arkadaşlarıma da anlatırım durumu, isterlerse onlara da yaptırırım, böylece daha çok kuş büyütmüş ve doğaya bırakmış oluruz.

Büyük bir heyecanla Cemre ve kardeşi işe koyulmak için hazırlıklara başlarlar.

Babası: Öncelikle nasıl bir ev yapmayı düşündüğünüzü planlamalısınız?

Cemre: Yapacak olduğumuz evin kriterleri;

1. **Maliyeti düşük,**
2. **Kolay bulunabilen malzemelerle(atık malzemeler vb.) yapılmış,**
3. **Dayanıklı,**
4. **Orta genişlikte,**
5. **Işık alan ama onları dış ortamdan da koruyan**
6. **Estetik özelliklerde olmalı, der.**

Ama öncelikle evini yapacak olduğumuz kuşun özelliklerini araştırmam gerekecek ki ona uygun ev yapabilelim.

Babası: Peki, güzel düşünmüşsün. Fakat neden orta genişlikte olmasını istiyorsun?



Cemre: Aslında yapacak olduğumuz keklük evinin kuşlar için hem kendileri hem de yavruları olursa kolay hareket edebilsinler diye. Fakat dediğim gibi yaşam koşullarını ve yuva özelliklerini araştırarak karar vermek gerek.

Babası: Pekala, başlayalım o zaman.

Cemre'nin keklükler için kuş evi yapmasına yardımcı olmaya ne dersiniz? Biz de onunla beraber nesli tükenme tehlikesi altında olan kuş türlerinden keklüğü korumak için keklük kuş evleri yapalım mı? (Sizler keklük haricinde Alakarga veya Karatavuk da seçebilirsiniz.)

Fakat; kuş evini yaparken

4. Zamanlama

5. Araç-gereç eksikliği

6. Maliyet gibi konuların onları sınırlayabileceği için önlemler almalısınız.

İlk önce herkes 4-6 kişi aralığında grubunu kursun, bir grup adı belirlesin ve aşağıdaki bölümü doldursun.

Kısa Bilgi:

Ornitoloji-Ornitolog-Kuşlar

Kuşları inceleyen bilim dalına ornitoloji, bilim insanlarına ornitolog denir. Ornitoloji Fransızca kökenli bir kelimedir. Kuşlar çevre ve biyoçeşitlilik için önemli bir paya sahip türdür. Ülkemiz kendine özgü bir iklim bitki örtüsü ve hayvan çeşitliliğine sahip Küçük Asya gibidir. Olağanüstü bir tür, habitat ve ekosistem çeşitliliği göstermektedir. Bu özellikler diğer canlı gruplarında olduğu gibi kuşlarda da büyük bir çeşitliliği beraberinde getirmiştir (Per ve Uzuner, 2020).

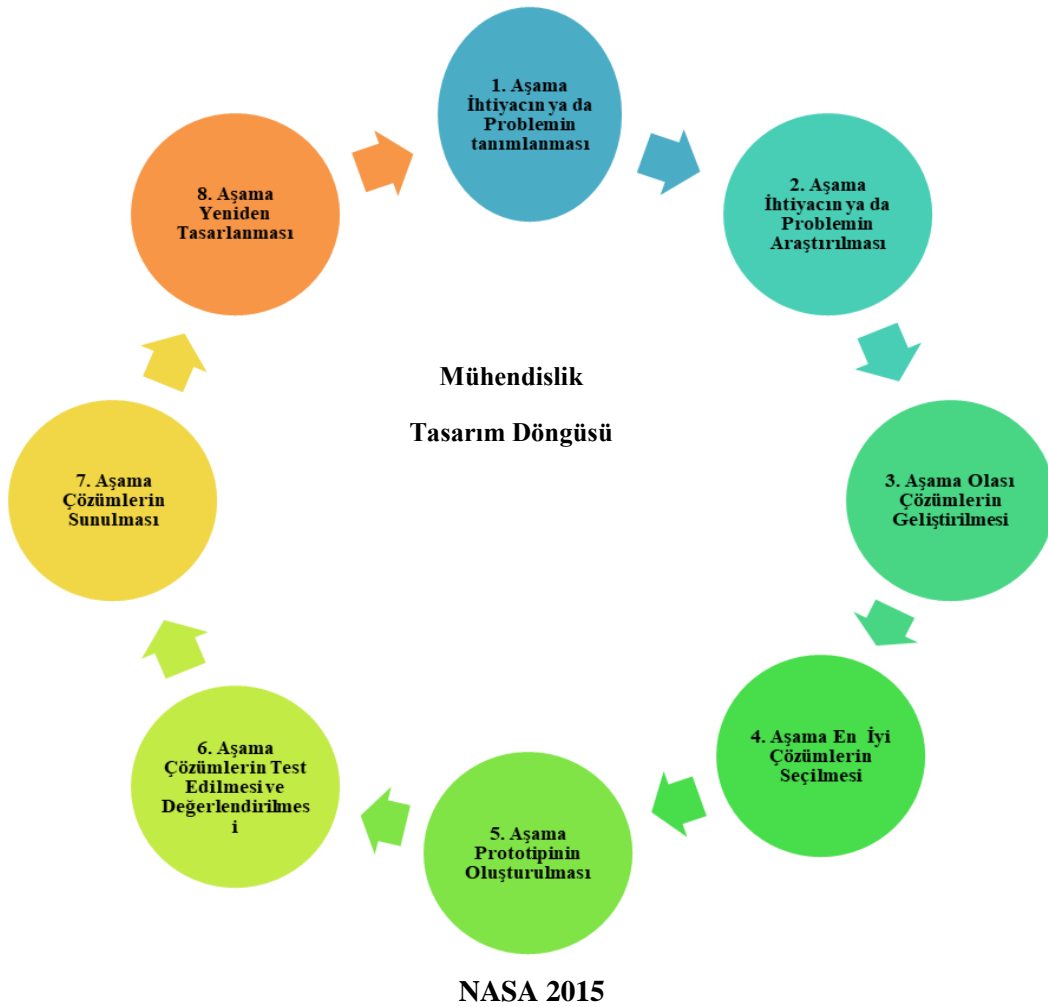
Türkiye'deki kuş çeşitliliğinin fazlalığı, kuşların korunması için ulusal bir sorumluluğu beraberinde getirmektedir. Türkiye'de kuş araştırmaları tür ve alan temelli olarak planlanmaktadır. Tür ve alanlar hakkında temel bilgiler belgelendikçe durum değerlendirmesi yapılabilen, koruma öncelikleri ve tehditler belirlenmektedir (Per ve Uzuner, 2020). Buna bağlı olarak tehdit altındaki kuşlar, koruma çalışmaları planlanmaktadır.

Bazı kuş türlerinin tohumun yayılması ve yeni bitkilerin çıkmasında etkili olduğu bilinmektedir. Karatavuk, alakarga, keklük gibi yırtıcı olmayan kuş türleri tohumun toprakla buluşmasında önemli bir paya sahiptir. Örneğin bir zeytin fidanının tekrar toprakta zeytin bitkisine dönüşebilmesi için karatavuğun sindirim sisteminden geçmesi gerekir.

Dikkat Edilecek Hususlar

- 1) Grubunuzun ortak fikirleri alınarak ortak akılla çözümler sunulmalıdır.
- 2) Süreniz 16 ders saati olup zamanlamaya özen göstermelisiniz.
- 3) Diğer arkadaşlarınızın çalışmalarının olduğunu düşünerek ses tonunuzu düşük tutunuz.
- 4) Kesici aletleri ve yapıştırıcıları kullanırken öğretmenlerinizden destek alabilirsiniz.
- 5) Yapacak olduğunuz tasarımın/prototipin öncelikle çizimlerini yapınız.
- 6) Araştırma için bilgisayarlarınızı kullanabilirsiniz.

Kuş evini tasarlarken geleceğin mühendisleri olarak Mühendislik Tasarım Sürecini inceleyip adım adım uygulamayı unutmayınız.



PROBLEMİN VE İHTİYAÇLARIN TANIMLANMASI

Yukarıdaki metni okuyarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

PROBLEMİN TANIMLANMASI		
OKUDUĞUNUZ METİNDEN NELER ÖĞRENDİNİZ? AÇIKLAMALAR		
1) Yukarıdaki senaryo hangi konudan bahsetmektedir.		
2) Senaryoda anlatılan problem nedir?		
3) Cemre'nin babasının ava gittiğinde kuşların azaldığını görmesinin sebepleri neler olabilir?		
4) Belirttiğiniz sebepler dışında kuş tür ve sayılarının azalmasının doğaya bağlı hangi sebepleri olabilir?		
5) Belirttiğiniz sebeplerin kuşların azalmasına ne gibi bir etkisi olabilir?		
6) Cemre kuş evinin neden dayanıklı olmasını istemiştir?		
➤ Gereğesi ne olabilir?		
7) Sizden beklenen nedir?		
8) Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili istenilen özellikler nelerdir?		
9) Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili sizi engelleyen sınırlılıklar neler olabilir?		

İHTİYAÇLARIN TANIMLANMASI	
Siz bir mühendis olarak probleme yönelik çözümler, tasarımlar sunabilmek için aşağıdaki alanlarda neleri öğrenmeye ihtiyaç duyardınız?	
Fen Bilimleri Açısından	
Mühendislik Açısından	
Teknoloji Açısından	
Matematik Açısından	
Görsel Sanatlar Açısından	

HEDEFLERİN TANIMLANMASI			
Çözüm veya tasarım süreci sonunda aşağıdaki alanlar açısından neleri öğrenmiş olmayı beklerdiniz?			
Fen Bilimleri Açısından			
Mühendislik Açısından			
Teknoloji Açısından			
Matematik Açısından			
Görsel Sanatlar Açısından			
Araç-Gereç Listesi			
Karton Kutu	Yapıştırıcı- Bant	Cetvel	Rulo Karton
Makas-Maket Bıçağı	Süsleme kağıtları	Etiketler	Kağıt Bardaklar
Kağıt Tabaklar(Yuvarlak)	Ağaç Yaprak Parçaları, Taşlar, Otlar	Boyama Kalemleri	Pamuk
Pipetler	Silikon Tabancası	Silikon	Hasta Çubukları

(Verilen araç-gereçlerin hepsini kullanmak zorunda değilsiniz. İçlerinden ihtiyacınız olanları kullanmanız yeterlidir.)

1. İHTİYAÇIN YA DA PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI

İHTİYAÇLARIN VE PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI	
KONUyla İLGİLİ HANGİ BİLGİLERİ ARAŞTIRMAYA İHTİYAÇ DUYMAKTASINIZ?	
Fen Bilimleri Açısından	<p>Keklik/ Ala karga/Kara tavukların özellikleri nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Keklik/ Ala karga/Kara tavukların yuva yapıları nasıldır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Kuşların türlerine göre yuva yapıları değişir mi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Örneklendiriniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Avcılık nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Avcılık türleri nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Bilinçli avcılık nasıl yapılır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Av kuşlarının korunması yapılan çalışmalar var mıdır?</p> <p>.....</p>

	<p>.....</p> <p>Varsa bu çalışmalar nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Nesli tükenme tehlikesi altında olan kuş türleri hangileridir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Bu türlere yönelik hangi çalışmalar yapılmaktadır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Mühendislik Açısından</p>	<p>Kolay ulaşılabilir malzemelerle(atık maddeler vb.) neler olabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Tasarımın çevre koşullarına karşı dayanıklı bir tasarım olabilmesi için hangi malzemeler kullanılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>40*20*20 ebatlarında bir tasarım olabilmesi için hangi maddeler kullanılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini yazınız.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Keklik/ Ala karga/Kara tavukların diğer canlılardan korunabilmesi için tasarıma neler eklenebilir?</p>

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Teknoloji Açısından	<p>Arama motorlarında araştırma nasıl yapılır?</p> <p>Güvenilir bilgiye nasıl ulaşılır?</p> <p>Etkili Sunum ve poster hazırlama kuralları nelerdir?</p> <p>Tasarımınızda hangi araç gereçleri kullanmayı düşünüyorsunuz?</p> <p>Her bir araç gerecin kullanılma gerekçesini belirtiniz.</p>
Matematik Açısından	<p>Maliyet hesaplamaları yapma (Kullanılan malzemelerin kullanılan miktarlarının maliyet hesabını çıkarma)</p> <p>Alan veya hacim hesaplaması yapma.</p> <p>Tasarım puanı hesaplama</p>
Görsel Sanatlar Açısından	<p>Kuş evinin estetik olması ya da kamufle olabilmesi için neler yapılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçelerinizi sıralayın.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2. OLASI ÇÖZÜM/ÇÖZÜMLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Tasarımınıza karar verirken kullanılacak malzemeleri grupça tartışınız.

Tasarımınızı yaparken kullanacağınız malzemeleri ve gerekçelerini belirtiniz.	Açıklama
Malzeme 1	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 2	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 3	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 4	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 5	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 6	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 7	
Gerekçesi	
Kuş evinin neresinde	

3. EN İYİ ÇÖZÜMÜN SEÇİLMESİ

Takımınızla tartışarak prototipiniz için en uygun seçimleri yapınız.

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözüme Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü

4. PROTOTİPİNİN OLUŞTURULMASI

Tasarım Görevi: Kuş Evi

Şimdi seçtiğiniz malzemelerle prototipinizi oluşturunuz. Güvenlik önlemlerine dikkat edin. Gerektiğinde öğretmeninizden destek almayı unutmayın. Gruptaki herkesin destek vermesine katılmasına fırsat verin. Süreniz 160(40+40+40+40) dk.

Alan veya Hacim Hesaplaması

Kuş evlerinin En-Boy-Yükseklik değerleri cetvelle ölçülür. $En \times Boy = \text{Alan}$; $En \times Boy \times \text{Yükseklik} = \text{Hacim}$ değerleri bulunur. 40 x 25 x 20 değerine yakın olanlar (+/- 5) uygun olarak değerlendirilir.

Grup Adı	Alan Hesabı $A \times B = \text{Alan}$	Hacim Hesabı $A \times B \times C = \text{Hacim}$	Uygun Değerli Olanlar

Estetik Puanı Hesaplama

Gruplar kendilerine puan veremezler. Değerlendirmede en yüksek puan Grup sayısı-1'den başlar. Her grup karşı grupların tasarımlarını istasyon tekniği ile inceleyip bilgi alırlar. Grupça grup masalarına geçerek tasarımın estetik puanına karar verirler ve not alırlar. En son bütün grupların diğer gruplardan aldıkları puanlar toplanır, toplam puanlar hesaplanır. En yüksek puan alan gruptan en düşük olana doğru sıralama yapılır. Elde edilen puanlar puanlama tablosuna eklenir

	Değerlendirilen Gruplar				
Grup Adı					
Toplam Puan					
Estetik Sıralaması					

TASARIMIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Değerlendirme Puanı	Nitelik	Grup Puanları				
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
	Ekonomiklik					
3	<150 Lira					
0	>150 Lira					
	Dayanıklılık (Yağış, rüzgar, sıcaklık vb.)					
3	Üç veya daha fazla özellik açısından					
2	İki özellik açısından					
1	Bir özellik açısından					
0	Dayanıklı değil					
	Korunaklı (yırtıcılara, diğer canlılara, diğer kuşlara karşı)					
3	2'den fazla özelliğe karşı					
2	2 özelliğe karşı					
1	Korunaklı değil					
	Kolay Bulunabilen Malzemeler					
3	Atık Malzemeler					
2	Günlük hayatta çok kullanılan malzemeler					
0	Zor bulunabilen malzemeler					
	Genişlik					
3	40*25*20 (+/- 5)					
2	Verilen ölçüden daha dar veya geniş					
	Işık Alma Miktarı					
3	Aydınlık					
2	Az Karanlık					
1	Karanlık					
	Sıcaklık					
3	20-35 °C					
0	20 °C'den düşük-35 °C'den yüksek					
	Estetik					
3	Estetik					
0	Estetik değil					
Toplam Puanınız						

6. ÇÖZÜMLERİN PAYLAŞILMASI

Üretilen tasarım görevleri gruplar tarafından sunulur ve tasarımın EN'leri belirlenir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Grup Adı					
Yapılan Prototip					
Kriter 1					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/ Ret					
Kriter 2					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/ Ret					
Kriter 3					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					

Onay/Geliştirilmeli/ Ret					
Kriter 4					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/ Ret					
Kriter 5					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/ Ret					
Kriter 6					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/ Ret					

Ret					
Kriter 7					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemelerin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					

7. YENİDEN TASARIM

Tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Sorgulama	Açıklama	Gerekçesi (Nedeni)
Yapmış olduğunuz tasarımdan memnun musunuz?		
Geliştirmek isteseydiniz hangi düzenlemeyi yapardınız?		
Nasıl yapardınız? Tasarımınıza eklemeyi düşündüğünüz özelliği ekleyerek modelinizi yeniden düzenleyiniz.		
Deneyimlerinizi yazınız.		

YANSITICI DEĞERLENDİRME

1- Yapmış olduğunuz tasarımınızla amacınıza ulaşmış oldunuz mu?

.....

2- Problemi çözebildiniz mi?

.....

3- Her gruba aynı malzemeler temin edildiğine göre ortaya çıkan tasarımlar aynı mı?
 Nedenini açıklayınız.

.....

a) Diğer grupların oluşturmuş olduğu tasarımlarla sizin tasarımınızın benzer noktaları var mıydı? Varsa benzerlikleri yazınız.

.....

4- Karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?

.....

5- Zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?

.....

.....

.....

.....

6- Çalışmaya yönelik önerileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TASARIMIN ENLERİ:

Kriter	En Ekonomik	En Kolay Ulaşılabilir	En Dayanıklı	En Uygun Ölçülere Sahip	En Korunaklı	En Uygun Sıcaklık	En Estetik
Grup Adı							

Kuş evinizin değerlendirilmesi sırasında; aşağıda sizin gruba uygun olan özelliklere (X) işareti koyunuz.

- En ekonomik olan tasarım bizim gruba aitti.
- En kolay ulaşılabilir malzemeli tasarım bizim gruba ait oldu.
- En dayanıklı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En uygun ebatlı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En korunaklı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En uygun sıcaklığa sahip olan tasarım bizim gruba aitti.
- En estetik tasarım bizim gruba aitti.

BÖLÜM 4**OLASI ÇÖZÜMLERİN GELİŞTİRİLMESİ****ÇÖZÜM 3: ARI OTELİ TASARIMI GÖREVİ****BECERİLER:** Problem Çözme, Araştırma-Sorgulama, Yaratıcılık, İletişim, İşbirliği.**GRUP ADI:****TOPLAM SÜRE:16 Ders Saati****TASARIM EKİBİ:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SENARYO:

Arıcılık Müzesi'ne geziye katılan bir grup öğrenci, öğretmenlerine neden bu gezi programının Arıcılık Müzesi'ne olduğunu sorarlar. Öğretmen arıların biyoçeşitliliğe katkılarını, doğanın korunmasındaki önemini, bilinçli arıcılığın önemini yol boyunca

öğrencilerine anlatır. Geçmişten günümüze kültürümüzün arılara verdiği önemi, geliştirdikleri aletleri ve arıların özelliklerini ayrıntılı öğrenmek için gittiklerini belirtir. Doğada eski zamanlar kadar çok yabani arı türünün kalmadığını, sayılarının gitgide azalmakta olduğunu, belki ilerde arıcılığın bile yapılabileceği alanların kalmayabileceğini ifade eder.

Öğretmen arıların önemini vurgulamak için bir gün arıların nesli çok azalır ya da biterse bütün canlılar için yaşamın sona ermesi anlamına gelebileceğine dikkat çeker. Hatta arılar bir gün tamamen yok olursa diğer canlıların en fazla 4 yıl yaşayabileceğine dair yorumların var olduğunu ifade eder. Duydukları karşısında şaşkına dönen öğrenciler öğretmenlerini can kulağı ile dinlemeye devam ederler.

Öğretmen: Arıların, özellikle yabani arıların yok olmasında, diğer canlılarda olduğu gibi çevre koşulları, iklimin değişmesi, mega yangın gibi doğal afetlerin ve kimyasal ilaçların etkili olduğu bilinmektedir. Örneğin en son 2021 yılı Marmaris-Muğla yangınlarında birçok arıcılık yapan kişi ve arılar büyük zarar gördü. Bu yangınlarda arı kaybı çok aşırı olmasa da arıların bal topladığı bitkiler, çiçekler, ağaçlar ve Marmaris Balı'nın yapımında destek olan endemik bir böcek türü (Basra Böceği) yok olma düzeyinde zarar gördüğü için Marmaris-Muğla çam balı olarak Dünya'da tanınan bal artık yıllarca üretilmeyecek durumdadır. Ormandaki yabani arıların ise birçoğu maalesef yandı.

Yabani arıların biyoçeşitliliğe katkısı diğer arılara göre çok daha fazladır. Ülkemizde bulunan birçok yabani arının yok olmaya başlaması 1990'lı yıllara dayanmaktadır. İnsanların bu arıları zararlı olarak görmesi ve korunma ihtiyacından dolayı yok etmesi, zirai ilaçlamalar yabani arıların çeşidini ve sayısını azaltmıştır. Bugün arı türü olarak bilinen arıcılık yapan kişilerin üretip dolaştırdığı bal arıları ve birkaç yabani arı türünden ibarettir. Tüm arıları kapsamamaktadır. Fakat arıcılık üretilen arı türleri dahil tüm arılar değişen ortam koşullarından dolayı tehlike altındadır.

Öğrenci 1: Ben internette arıların meyve sebze üretiminde kullanıldığını izlemiştim öğretmenim.

Öğretmen: Son yıllarda arılar, seralarda bitkilerin tozlaşmasında kullanılıyor fakat o da bal arıları gibi tek bir türün üretilmesine dönük bir çalışmadır. Hâlbuki biyoçeşitliliğimizi korumak için bütün arı türlerini korumaya ihtiyaç var. Arıların yaşam ortamlarını tekrar oluşturmaya, zirai ilaçlamalardan uzak durmaya ve bitki çeşitliliğimizi korumaya ihtiyaç var.

Öğrenci 2: Biz sayıları ve çeşidi azalan arı türlerini artırmak için neler yapabiliriz?

Öğrenci 3: Ne yaparsak arıların zarar görmesini engelleyebiliriz ve doğayı koruyabiliriz?

Öğrenci 4: Arı kovanları hazırlayıp doğaya bırakırsak sayılarının azalmasını engelleyebilir miyiz?

Öğretmen: Öncelikle arıları ve türlerini araştırmalısınız. Seçtiğiniz bir arı türünün yuva yapılarını araştırmalısınız ve nasıl bir yuva yapmayı düşündüğünüzü planlamalısınız.

Öğretmen: Yapacak olduğunuz yuva, maliyeti düşük, kolay bulunabilen malzemelerle yapılmış, dayanıklı, arı türünün yuva özelliklerine uygun, dış ortamdan koruyan özelliklerde olabilir. Fakat yaşam koşullarını ve yuva özelliklerini araştırarak karar vermek gerekir.

Öğretmenlerinin anlattıklarını can kulağı ile dinleyen öğrenciler büyük bir heyecanla doğayı ve doğadaki canlı çeşitliliğine katkı sunmak için çalışmaya hemen başlamak isterler. Öğretmen öğrencilerinin heyecan ve isteklerine ortak olarak çalışmalara başlamalarına izin verir.

(Öğrencilere arıların özellikleri, türlerinin tehdit alanları ve arıların doğanın korunmasına katkıları, biyoçeşitliliğe katkıları konulu eğitim verilir.)

Öğretmenimizin ve öğrencilerinin yabancı arılar için arı oteli yapmasına yardımcı olmaya ne dersiniz? Biz de onlarla beraber nesli tükenme tehlikesi altında olan arı türlerinden yabancı arıları korumak için arı otelleri yapıp doğaya yerleştirelim mi?

İlk önce herkes 4-6 kişi aralığında grubunu kursun, bir grup adı belirlesin ve aşağıdaki bölümü doldursun.

Dikkat Edilecek Hususlar

- 1) Grubunuzun ortak fikirleri alınarak ortak akılla çözümler sunulmalıdır.
- 2) Süreniz 16 ders saati olup zamanlamaya özen göstermelisiniz.
- 3) Diğer arkadaşlarınızın çalışmalarının olduğunu düşünerek ses tonunuzu düşük tutunuz.
- 4) Kesici aletleri ve yapıştırıcıları kullanırken öğretmenlerinizden destek alabilirsiniz.
- 5) Yapacak olduğunuz tasarımın/prototipin öncelikle çizimini yapınız.
- 6) Araştırma için bilgisayarlarınızı kullanabilirsiniz.

Kısa Bilgi:

Böcek Bilimi-Arı Bilimi-Arılar:

Böcekleri inceleyen bilim dalına entomoloji, bilim insanlarına ise entomolog denir(<http://hacettepe.edu.tr>). Fransızca kökenli bir kelimedir(TDK). Hayvanlar aleminin omurgasızlar sınıfında yer alan arılar bir böcek türüdür. Entomoloji bilimin alt başlığı olarak incelenir.

Arılarla ilgilenen bilim dalına apiyoloji, bilim insanına ise apiyolog denir(TDK). Arı denildiğinde ilk akla gelen tozlaşmada görevli olan bal ve bombus arılarıdır. Bu iki arı türü daha sosyal arı türleridir. Yaban arıları ise daha çok bireyseldirler. Arılar tozlaşmada, bitki üretiminde ve kalitelendirilmesinde, ekosistemin yaşam devamlılığı ve biyoçeşitlilik için önemli bir paya sahiptir. Dolayısıyla bu durum direk bal üretimini de etkilemektedir.

Bazı bilim çevreleri tozlaşmanın sadece bal arılarına bağlı olmasını tehlike olarak görmekte, yaban arılarına da yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Nitekim son zamanlarda ABD’de yabancı arıların tozlaşmada desteği artırılmış ve polen toplamaya ağırlık veren yabancı arılarının bitkisel üretimde daha büyük paya sahip olacağı ortaya çıkarılmıştır(Özbek, 2010).

Tarımsal uygulamalarda sorun oluşturan hastalık, zararlılar ve yabancı otları baskı altına almak amacıyla kullanılan kimyasalların arı desteğinin alındığı bölgelerde gerek kalmadığı görülmüştür. Arıların tozlaşma sırasında ürettikleri ve dağıttıkları bir madde bitkiler üzerinde doğal ilaçlama yaptığı gözlemlenmiştir. O nedenle öncelikle yabancı arıların sonrasında bal ve bombus

arılarının türünün korunması, yaygınlaştırılması hem insan ve çevre sağlığı, hem ürün miktarı ve kalitesi hem de ekolojik denge ve biyoçeşitlilik için önemli bir paya sahiptir.

Arı otellerini tasarlarken geleceğin mühendisleri olarak Mühendislik Tasarım Sürecini inceleyip adım adım uygulamayı unutmayınız.



NASA-2015

1. PROBLEMİN VE İHTİYAÇLARIN TANIMLANMASI

Yukarıdaki metni okuyarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

PROBLEMİN TANIMLANMASI		
OKUDUĞUNUZ METİNDEN NELER ÖĞRENDİNİZ?	AÇIKLAMALAR	
1) Yukarıdaki senaryo hangi konudan bahsetmektedir.		
2) Senaryoda anlatılan problem nedir?		
3) Arıların çeşit ve sayılarının azalma sebepleri neler olabilir?		
4) Belirttiğiniz sebepler dışında arı tür ve sayılarının azalmasının doğaya bağlı hangi sebepleri olabilir?		
5) Belirttiğiniz sebeplerin arıların azalmasına ne gibi bir etkisi olabilir?		
6) Öğretmen arı yuvasının neden dayanıklı olmasını istemiştir?		
➤ Gerekçesi(sebebi) ne olabilir?		
7) Sizden beklenen nedir?		
8) Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili istenilen özellikler nelerdir?		
9) Geliştirmeniz beklenen çözümler ya da tasarımlarla ilgili sizi engelleyen sınırlılıklar neler olabilir?		

İHTİYAÇLARIN TANIMLANMASI	
Siz bir mühendis olarak probleme yönelik çözümler, tasarımlar sunabilmek için aşağıdaki alanlarda neleri öğrenmeye ihtiyaç duyardınız?	
Fen Bilimleri Açısından	
Mühendislik Açısından	
Teknoloji Açısından	
Matematik Açısından	
Görsel Sanatlar Açısından	

HEDEFLERİN TANIMLANMASI			
Çözüm veya tasarım süreci sonunda aşağıdaki alanlar açısından neleri öğrenmiş olmayı beklediniz?			
Fen Bilimleri Açısından			
Mühendislik Açısından			
Teknoloji Açısından			
Matematik Açısından			
Görsel Sanatlar Açısından			
Araç-Gereç Listesi			
Karton	Yapıştırıcı- Bant	Mezürö	Rulo karton
Makas	Süsleme kağıtları	Etiketler	Pamuk
	Bitki Yaprakları	Boyama kalemleri	Yumurta kolileri
Pipetler	Silikon tabancası	Silikon	Hasta çubukları
Ağaç(odun) parçaları	Eski tip arı kovanları	Arıları çekmek için koku, reçine,polen	Gözenek ve gözeneklere tutunmaları için...

(Verilen araç-gereçlerin hepsini kullanmak zorunda değilsiniz. İçlerinden ihtiyacınız olanları kullanmanız yeterlidir.)

2. İHTİYACIN YA DA PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI

İHTİYAÇLARIN VE PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI	
KONUyla İLGİLİ HANGİ BİLGİLERİ ARAŞTIRMAYA İHTİYAÇ DUYMAKTASINIZ?	
Fen Bilimleri Açısından	<p>Arıların özellikleri nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Yabani arıların yuva yapıları nasıldır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>Arıların türlerine göre yuva yapıları değişir mi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Örneklendiriniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Arıcılık nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Arı türleri nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Bilinçli arıcılık nasıl yapılır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Yabani arıların korunması için yapılan çalışmalar var mıdır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Varsa bu çalışmalar nelerdir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Nesli tükenme tehlikesi altında olan yabani arı türleri hangileridir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Bu türlere yönelik hangi çalışmalar yapılmaktadır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	---

Mühendislik Açısından	<p>Kolay ulaşılabilir malzemelerle(atık maddeler vb.) neler olabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Tasarımın çevre koşullarına karşı dayanıklı bir tasarım olabilmesi için hangi malzemeler kullanılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>50*40*30 ebatlarında bir tasarım olabilmesi için hangi maddeler kullanılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini yazınız.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Arıların diğer canlılardan korunabilmesi için tasarıma neler eklenebilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçesini belirtiniz.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Teknoloji Açısından	<p>Arama motorlarını kullanarak araştırma nasıl yapılır?</p> <p>Güvenilir bilgiye nasıl ulaşabiliriz?</p> <p>Etkili sunum ve poster hazırlama kuralları nelerdir?</p>

	<p>Tasarımınızda hangi araç gereçleri kullanmayı düşünüyorsunuz?</p> <p>Her bir araç gerecin kullanılma gerekçesini belirtiniz.</p>
<p>Matematik Açısından</p>	<p>Maliyet hesaplamaları yapma (Kullanılan malzemelerin kullanılan miktarlarının maliyet hesabını çıkarma)</p> <p>Arı Oteli ebatlarını hesaplama</p> <p>Tasarım puanı hesaplama</p>
<p>Görsel Sanatlar Açısından</p>	<p>Arı Otelinin kamufle olabilmesi için neler yapılabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Gerekçelerinizi sıralayın.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

3. OLASI ÇÖZÜM/ÇÖZÜMLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Tasarımınıza karar verirken kullanılacak malzemeleri grupça tartışınız.

Tasarımınızı yaparken kullanacağınız malzemeleri ve gerekçelerini belirtiniz.	Açıklama
Malzeme 1	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 2	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 3	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 4	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 5	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 6	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 7	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde	

kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 8	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 9	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 10	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	
Malzeme 11	
Gerekçesi	
Arı otelinin neresinde kullanılacak?	
Ne işe yarayacak?	

Grup olarak taslak çizimlerinizi yapınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. EN İYİ ÇÖZÜMÜN SEÇİLMESİ

Takımınızla tartışarak prototipiniz için en uygun seçimleri yapınız.

Kriter	Çözüm Önerisi	Malzeme	Malzemenin Çözüme Katkısı	Olumlu/Olumsuz Yönü

5. PROTOTİPİNİN OLUŞTURULMASI

Tasarım Görevi: Arı Oteli

Şimdi seçtiğiniz malzemelerle prototipinizi oluşturunuz. Güvenlik önlemlerine dikkat edin. Gerektiğinde öğretmeninizden destek almayı unutmayın. Gruptaki herkesin destek vermesine katılmasına fırsat verin. Süreniz 160 (40+40+40+40) dk.

6. ÇÖZÜMLERİN TEST EDİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tasarımınızı test etmek için tabloyu uygun şekilde doldurunuz ve uygulayınız. Sonuçlarınızı uygun kutuya belirtiniz.

Kriter	Çözüm	Test Şekli	Gerekçe	Sonuç	Düzeltilmesi gerekiyor mu?	Nasıl?

Tasarımınızı gerçekleştirmeniz için 150 liranın altında olmalıdır. Buna göre kullanılan malzemelerin maliyetlerini hesaplayınız.

Tasarım Bütçesi: 150 Lira (*Maliyet sınır değeri dönem şartlarına göre düzenlenebilir.*)

MALZEME	TUTAR
TOPLAM TUTAR :	

TASARIMIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Değerlendirme Puanı	Nitelik	Grup Puanları				
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
	Ekonomiklik					
3	<150 Lira					
0	>150 Lira					
	Dayanıklılık (Yağış, rüzgar, sıcaklık vb.)					
3	İki veya daha fazla özellik açısından					
1	Bir özellik açısından					
0	Dayanıklı değil					
	Korunaklı (yırtıcılara, diğer canlılara, diğer kuşlara karşı)					
3	İki veya daha fazla özelliğe karşı					
1	1 özelliğe karşı					
0	Korunaklı değil					
	Kolay Bulunabilen Malzemeler					
3	Atık Malzemeler					
2	Günlük hayatta çok kullanılan malzemeler					
0	Zor bulunabilen malzemeler					
	Genişlik					
3	50*40*30 (+/- 5)					
2	Verilen ölçüden dar veya geniş					
	Işık Alma Miktarı					
3	Aydınlık					
2	Az Karanlık					
1	Karanlık					
	Sıcaklık					
3	20-35 °C					
0	20 °C'den az/-35 °C'den yüksek					
	Kamufleaja Uygun Estetikte					
3	Estetik					
1	Estetik değil					
Toplam Puanınız						

7. ÇÖZÜMLERİN PAYLAŞILMASI

Üretilen tasarım görevleri gruplar tarafından sunulur ve tasarımın EN'leri belirlenir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Grup Adı					
Yapılan Prototip					
Kriter 1					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 2					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 3					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Grup Adı					
Kriter 4					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 5					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 6					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 7					
Kullanılan Malzemeler					

Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					
Kriter 8					
Kullanılan Malzemeler					
Malzemenin Katkısı					
Onay/Geliştirilmeli/Ret					

8. YENİDEN TASARIM

Tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Sorgulama	Açıklama	Gerekçesi
Yapmış olduğunuz tasarımdan memnun musunuz?		
Geliştirmek isteseydiniz hangi düzenlemeyi yapardınız?		
Nasıl yapardınız? Tasarımınıza eklemeyi düşündüğünüz özelliği ekleyerek modelinizi yeniden düzenleyiniz.		
Deneyimlerinizi yazınız.		

GENEL AKADEMİK DEĞERLENDİRME

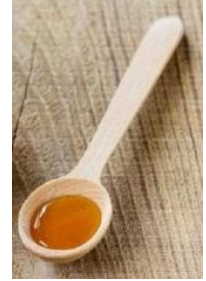
Arıların Bal Üretim Kapasitesi

Arılar çok küçük böcekler olmasına rağmen dünyadaki yaşamı bize göre çok erken dönemde başlamış doğanın en çalışkan canlılarından biridir. Diğer canlılar için besin sağlamada ve canlı sağlıklarının korunmasında önemli görevler alır.



500g'lık bir bal kavanozu tek bir arı üretmiş olsaydı **2000 günde** bu kavanozu doldurabilecek kadar bal üretebilirdi. Bu süre yıl olarak yaklaşık **5,5 yıl** yapar. Bal arıları en fazla **45 gün yaşadığı** düşünüldüğünde bal arılarının bir kavanoz balı üretmek için toplamda **40 bin km** uçuşması gerekir.

Bir bal arısı hayatı boyunca sadece çay kaşığının **12 de 1' i (1/12)** kadar bal üretebilir. Sofralarımızda tükettiğimiz **bir çay kaşığı bal, 12 arının** tüm hayatı boyunca üretebildiği baldır. Zıyan olan her bir çay kaşığı kadar bal, 12 arının hayatı boyunca ürettiği balın boşa gitmesidir.



1) Bir bal arısı 500 gramlık kavanozu balla doldurması için 2000 gün çalışması gerekir. Arıların sürekli yaşadığı düşünüldüğünde bu süre 5,5 yıl yapar. Fakat bir arının ortalama ömrü 45 gündür.

a) Bir arı 45 günde kaç gram bal yapar?

b) Bir bal kavanozunun tamamı 2000 günde dolduğuna göre 45 günde kavanozun % kaç dolar?

c) 1 kilogramlık bal kaç günde dolar?

2) Bir kovanda yaz aylarında 60.000-80.000 arı yaşamaktadır. 1.5 aylık sürede arılar bir kovayı balla doldurmaktadır. Bir kovanda yaklaşık 25 kg bal oluşmaktadır.

a) Bir kovanda 10 petek çıtası olduğuna göre her çıta yaklaşık ne kadar bal taşımaktadır?

b) Bir kovandaki arılar 1 petek çıtayı yaklaşık kaç günde doldurmaktadır?

c) 1 çay kaşığı 3 gram bal alır. Bir arı, ömrü boyunca bir çay kaşığının 1/12'si kadar bal üretir. Bir arı ömrü boyunca kaç gram bal üretir?

3) Dünya'da yaklaşık 20 bin tür (100 milyon arı) arı olduğu tahmin edilmektedir. Bu türlerin yaklaşık 2 bini Türkiye'de bulunmaktadır. Fakat arıların %40'ı yok olma tehlikesi altındadır.

a) 20 bin tür arının % 40'ı tehlike altındaki kaç tür arıyı temsil etmektedir?

b) 100 milyon arının % 40'ı kaç arıyı içermektedir?

c) Arıların yok oluş hızını azaltmak ve onlara yaşam ortamları sunmak için bir kovan ebatındaki 1000 yaban arı kapasiteli arı otellerinden kaç tane yapıp doğaya bırakmak gerekmektedir?

3) 1 arı kolonisinde 1 kraliçe arı bulunur. Bir kraliçe arı günde 1500-2000 arası yumurta üretir ve 8 yıl yaşar. Bir mevsimi (3-4 ay) düşündüğümüzde arı otelinde kraliçe arı kaç yumurta üretebilir?

YANSITICI DEĞERLENDİRME

1) Yapmış olduğunuz tasarımınızla amacınıza ulaşmış oldunuz mu?

.....

2) Problemi çözebildiniz mi?

.....

3) Her gruba aynı malzemeler temin edildiğine göre ortaya çıkan tasarımlar aynı mı?
 Nedenini açıklayınız.

.....

a) Diğer grupların oluşturmuş olduğu tasarımlarla sizin tasarımınızın benzer noktaları
 var mıydı? Varsa benzerlikleri yazınız.

.....

4) Karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?

.....

a) Zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?

.....

5) Çalışmaya yönelik önerileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TASARIMIN ENLERİ:

Kriter	En Ekonomik	En Kolay Ulaşılabilir	En Dayanıklı	En Uygun Ölçülere Sahip	En Korunaklı	En Uygun Sıcaklık	En Kamuflaje Uygun Estetikte
Grup Adı							

Yabani arı otelinizin değerlendirilmesi sırasında; aşağıda sizin gruba uygun olan özelliklere (X) işareti koyunuz.

- En ekonomik olan tasarım bizim gruba aitti.
- En kolay ulaşılabilir malzemeli tasarım bizim gruba ait oldu.
- En dayanıklı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En uygun ebatlı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En korunaklı olan tasarım bizim gruba aitti.
- En uygun sıcaklığa sahip olan tasarım bizim gruba aitti.
- En kamuflaje uygun estetikte olan tasarım bizim gruba aitti.

Ek 30. Mühendislik Tasarım Sürecinde Geliştirilmesi Muhtemel STEM Yetenekleri Uzman Değerlendirme Formu

Sayın Hocam,

Doktora tezim kapsamında, Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'in danışmanlığında, mühendislik tasarım sürecine uyumlu "STEM Okuryazarlığı Yetenekleri Yönelik Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu" düzenlemeyi planlamaktayım. Bu gözlem formunun amacı, ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarıyla STEM okuryazarlıklarının gelişimlerine katkı sağlama düzeylerini belirleyebilmek amacıyla yarı yapılandırılmış bir gözlem formu oluşturmaktır. İlk aşama olarak mühendislik tasarım sürecinin her bir basamağında geliştirilmesi muhtemel olan STEM Okuryazarlığı yeteneklerinin uygunluğunu belirlemektir.

Sizden ricamız her bir mühendislik tasarım süreci basamağına göre uygun STEM okuryazarlığı yeteneklerinin uzman değerlendirme formuna mühendislik tasarım sürecine STEM okuryazarlığı unsurlarının uygunluğu hakkındaki görüşlerinizi belirtmenizdir. Değerlendirme sırasında "1:Kesinlikle Katılmıyorum.", "2: Katılmıyorum.", "3:Kararsızım", "4: Katılıyorum.", "5: Kesinlikle Katılıyorum." seçenekleri ve "Önerileriniz" kısmı yer almaktadır. Uygun gördüğünüz derecelendirme düzeyini (X) şeklinde belirtebilirsiniz. Değerli görüşleriniz ve önerileriniz için çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İclal AKMAN

Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirilmesi Muhtemel STEM Yetenekleri Değerlendirme Formu								
Aşama	Mühendislik Tasarım Süreci	Gelişmesi Muhtemel STEM Unsurları	Değerlendirme					Önerileriniz
			1	2	3	4	5	
1	Problemlerin Tanımlanması ve Belirlenmesi	STEM Problemlerini Belirleme Yeteneği						
2	Problem ve İhtiyaçların Araştırılması	Yeni Bilgiyi Araştırma Yeteneği						
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği STEM ile İlgili Bilgileri İletme Yeteneği,						
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği						
5	Prototip Oluşturulması	STEM Kavramlarının Uygulanması, STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği						

Mühendislik Tasarım Süreci Aşamalarının Geliştirilmesi Muhtemel STEM Yetenekleri Değerlendirme Formu								
Aşama	Mühendislik Tasarım Süreci	STEM Yetenekleri	Derecelendirme					Önerileriniz
			1	2	3	4	5	
6	Çözümlerin Test Edilip Değerlendirilmesi	STEM ile İlgili Bilgileri İletme Yeteneği, STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği						
7	Çözümlerin Sunulması	STEM ile İlgili Bilgileri İletme Yeteneği						
8	Yeniden Tasarlama	STEM Problemlerini Belirleme Yeteneği, Yeni Bilgiyi Araştırma Yeteneği, STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği, STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği, STEM ile İlgili Bilgileri İletme Yeteneği, STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği						

Ek 31. STEM Okuryazarlığı Yetenekleri ve Davranışları Uzman Değerlendirme

Formu

Değerli hocam; Doktora tezim kapsamında, Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'in danışmanlığında, mühendislik tasarım sürecine uyumlu "STEM Okuryazarlığı Yeteneklerine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu" düzenlemeyi planlamaktayım. Bu gözlem formunun amacı, ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarıyla STEM okuryazarlıklarının gelişimlerine katkı sağlama düzeylerini belirleyebilmek amacıyla yarı yapılandırılmış bir gözlem formu oluşturmaktır. Amaç, STEM Okuryazarlığı yetenekleri kapsamında yer verilen davranışların uygunluğunu ve eksik davranışları belirlemektir.

Sizden ricamız her bir STEM Okuryazarlığı yeteneklerine göre uygun STEM okuryazarlığı davranışlarının uygunluğu hakkındaki görüşlerinizi belirtmenizdir. Değerlendirme sırasında "U:Uygundur.", "KU: Kısmen Uygun.", "UD:Uygun Değil" seçenekleri ve "Önerileriniz" kısmı yer almaktadır. Uygun gördüğünüz derecelendirme düzeyini kısaltma şeklinde belirtebilirsiniz. Değerli görüşleriniz ve önerileriniz için çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İclal AKMAN

STEM Okuryazarlığı Yetenekleri	STEM Okuryazarlığı Açıklama	STEM Okuryazarlığı Davranışlar	Uygundur(U)/ Kısmen Uygundur(KU)/ Uygun Değildir (UD)
STEM Problemlerini Tanımlama Yeteneği	Gerçek dünya bağlamında fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel problemler veya sorular üretme. Gerçek dünya problemlerine veya sorularına fen, teknolojik, mühendislik veya matematiksel bir süreç kullanarak cevap arama. Kanıtları, görgü tanıklarımı veya sorunlara veya sorulara yanıt vermek için gerekli bilgiler.	Disiplin alanlarına yönelik problem ya da sorunları belirleme	
		Problem veya sorunlara cevaplar arama	
		Gerekli bilgileri toplama	
		Problemlerin hangi boyutunun hangi disiplin alanına dahil olduğunu belirleme	
Öneri ve Yorumlar			

STEM Okuryazarlığı Yeteneği	STEM Okuryazarlığı Açıklama	STEM Okuryazarlığı Davranışlar	Uygundur(U)/ Kısmen Uygundur(KU)/ Uygun Değildir (UD)
Yeni Bilgiyi Araştırma ve Edinme Yeteneği	Cevapları bulurken kılavuz olarak kullanılacak soru setini belirleme becerisi, Birden çok kaynaktan gelen bilgileri verimli ve güvenilir bir şekilde sentezleme becerisi	Bilgilerin güvenilir kaynaklardan elde etme	
		Mevcut probleme yönelik bilgi elde edebilmek için bilimsel kaynaklardan yararlanma	
		Araştırma yaparken uygun anahtar kelimeleri kullanma	
Öneri ve Yorumlar			

STEM Okuryazarlığı Yeteneği	STEM Okuryazarlığı Açıklama	STEM Okuryazarlığı Davranışlar	Uygundur(U)/ Kısmen Uygundur(KU)/ Uygun Değildir (UD)
STEM Kavramlarını Uygulama Yeteneği	Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel kavramları ve süreçleri, meydana gelebilecek herhangi bir etkiyi dikkate alarak günlük yaşam durumlarına uygulama becerisi	STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler arama	
		STEM disiplinlerini ve farklı disiplinleri bir arada dikkate alarak çözümler sunma	
Öneri ve Yorumlar			

STEM Okuryazarlığı Yeteneği	STEM Okuryazarlığı Açıklama	STEM Okuryazarlığı Davranışlar	Uygundur(U)/ Kısmen Uygundur(KU)/ Uygun Değildir (UD)
STEM'i Kullanarak Problem Çözme Yeteneği	Gelişmiş düşünme becerileri ile karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olacak uygun fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel araç ve süreçleri seçme becerisi	Disiplin alanlarına göre gerekli araçların belirlenmesi	
		Disiplin alanlarına göre gerekli süreçlerin belirlenmesi	
		STEM disiplinlerinde yer alan bilgi, beceri, yöntem ve tekniklerden yararlanma	
Öneri ve Yorumlar			

STEM Okuryazarlığı Yeteneği	STEM Okuryazarlığı Açıklama	STEM Okuryazarlığı Davranışlar	Uygundur(U)/ Kısmen Uygundur(KU)/ Uygun Değildir (UD)
STEM'i Kullanarak Karar Verme Yeteneği	Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel ilke ve süreçleri kullanarak modern dünyadaki karmaşık konuları tanımlama, eleştirme, yorum yapma ve karar verme becerisi	STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konuları tanımlama	
		STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak konulara yorum yapma	
		STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak karar verme	
		STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak uygulama yapma.	
		STEM disiplinlerine göre ilke ve süreçleri kullanarak önerilerde bulunma.	

Öneri ve Yorumlar	
-------------------	--

STEM Okuryazarlığı Yeteneği	STEM Okuryazarlığı Açıklama	STEM Okuryazarlığı Davranışlar	Uygundur(U)/ Kısmen Uygundur(KU)/ Uygun Değildir (UD)
STEM Bilgilerini İletme Yeteneği	Fen, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi ve birikimleri etkili bir şekilde sunma ve algılama becerisi	STEM disiplinlerine yönelik bilgi birikimlerini paylaşma	
		STEM disiplinlerine yönelik farklı bilgi birikimlerini algılama	
Öneri ve Yorumlar			

Ek 32. Mühendislik Tasarım Süreci Davranışları Uzman Değerlendirme Formu

Değerli hocam; doktora tezim kapsamında, Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'in danışmanlığında, mühendislik tasarım sürecine uyumlu "Mühendislik Tasarım Sürecine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu" düzenlemeyi planlamaktayım. Bu gözlem formunun amacı, ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarıyla tasarım süreci gelişimlerine katkı sağlama düzeylerini belirleyebilmek amacıyla yarı yapılandırılmış bir gözlem formu oluşturmaktır. Amaç, mühendislik tasarım süreçleri kapsamında yer verilen davranışların uygunluğunu ve eksik davranışları belirlemektir.

Sizden ricamız her bir mühendislik tasarım süreci basamağına göre belirtilen davranışlarının uygunluğu hakkındaki görüşlerinizi belirtmenizdir. Değerlendirme sırasında "U:Uygundur.", "KU: Kısmen Uygun.", "UD:Uygun Değil" seçenekleri ve "Önerileriniz" kısmı yer almaktadır. Uygun gördüğünüz derecelendirme düzeyini kısaltma şeklinde belirtebilirsiniz. Değerli görüşleriniz ve önerileriniz için çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İclal AKMAN

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
1	Problem ve İhtiyacın Tanımlanması	Mühendislik tasarım problemleri, tasarımın başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için tasarım kriterleri ve sınırlamaları belirlenmelidir. Tasarım kriterleri, başarılı bir tasarım için gerekli olan özellikler; tasarım sınırlamaları ise o tasarımın başarılı bir şekilde oluşturulmasını engelleyebilecek durumlardır. Bireyler çözümleri geliştirmek için nelere ihtiyaç duyduklarını tespit ederler.	Senaryodaki ya da örnek olaydaki konuyu belirleme	
			Senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi belirleme	
			Senaryodaki ya da örnek olaydaki problemi tanımlama	
			Kriter ve sınırlamaları belirleme	
			Disiplin alanlarına göre ihtiyaçları tanımlama	
			Tasarıma yönelik hedeflerin belirlenmesi	
	Öneri ve Yorumlar			

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
2	Problem ve İhtiyacın Araştırılması	Tasarım ihtiyaçları ve problemi ile ilgili mevcut konular ve çözümler hakkında araştırma yapılır. Tasarım ihtiyaçlarına ve problemine yönelik farklı seçenekler internet taraması ve görüşme gibi teknikler ile keşfedilir.	Fen bilimlerine yönelik ihtiyaçların araştırılması	
Mühendisliğe yönelik ihtiyaçların araştırılması				
Teknolojiye yönelik ihtiyaçların araştırılması				
Matematiğe yönelik ihtiyaçların araştırılması				
Görsel sanatlara yönelik ihtiyaçların araştırılması				
Diğer disiplin alanına yönelik ihtiyaçların araştırılması				
Öneri ve Yorumlar				

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
3	Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Mühendislik tasarım problemlerinin birden çok çözümü olabilir. Tanımlanan problemin tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılır. Öğrencilerin yaratıcılıklarının en çok ön plana çıktığı aşamadır. Olası çözümlere yönelik beyin fırtınası tekniğinin kullanılması, fen ve matematik ile ilgili içeriğin sürece dahil edilmesi, en az iki farklı bakış açısını içeren çözümlerin geliştirilmesi ve bu çözümlerin incelenerek sınırlandırılması bu aşamanın önemli nitelikleridir.	Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek	
Malzemelerin gerekçeli açıklaması				
Çözümlerin sınırlandırılması				
Taslak çiziminin yapılması				
Kriter ve sınırlamalara uygun çözümler üretmek				
Malzemelerin gerekçeli açıklaması				
Öneri ve Yorumlar				

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
4	En İyi Çözümün Seçilmesi	Öğrenciler tarafından sunulan olası çözümler arasından belirlenen tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre göre analizler yaparak problemin çözümünü en iyi karşılayan çözümlerinin seçilmesidir	Kriter ve sınırlamalara uygun çözüm önerisi sunmak	
			Her bir çözüm için uygun malzeme/malzemeleri seçmek	
			Her bir çözüm için uygun malzeme/malzemeleri tanımlanması	
Öneri ve Yorumlar				

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
5	Prototipin Oluşturulması	Bu aşamada tasarım kriterleri ve sınırlamalarına göre belirlenen çözüm(lerin)ün iki ve üç boyutlu olarak modelleyen bir ilk ürünün (prototipin) oluşturulması.	Malzeme analizlerini dikkate alarak model oluşturma	
			Kriter ve sınırlamaları dikkate alarak model oluşturma	
			Belirlenen çözümü dikkate alarak model oluşturma	
			Taslak çizimini dikkate alarak model oluşturma	
Öneri ve Yorumlar				

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
6	Çözümlerin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Mühendisler bu aşamada çözümlerin yönelik tasarımlarını belirtilen tasarım kriterleri ve sınırlamaları dahilinde test ederler. Çözümleri tasarım kriterleri açısından değerlendirirler. Geliştirilmeye ihtiyaç duyulan noktaları belirlerler. Tasarım kriterlerini ve sınırlamalarını ne ölçüde karşıladığı belirlemek için, test etme yöntemlerine, ölçme süreçlerine, veri toplama ve veri kaydetme süreçlerine karar vermek	Kriter odaklı çözümleri belirtme	
			Test şekillerini belirtme	
			Çözümlerin açıklanması	
			Maliyet hesabı tutma	
			Maliyet hesabı yapma	
Öneri ve Yorumlar				

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
7	Çözümlerin Sunulması	Tasarım kriterleri ve sınırlamaları göre çözüm topluluk önünde anlatılır. Bu sunum, çözüm(ler)in belirlenen ihtiyaç veya problemi en iyi şekilde nasıl karşıladığına dair bir tartışmaya yer verilir. Çözüm(ler)in toplumsal etkisi ve ticari değeri tartışmaya dahil edilebilir.	Kriterlere odaklı sunum yapma	
			Grupların eleştirilerini alma	
			Grupların eleştirilerini yanıtlama	
			Düzeltilmesi gereken bölümleri belirleme	
Öneri ve Yorumlar				

	Mühendislik Tasarım Süreci	MTS Açıklama	MTS Davranışlar	(U)/ (KU)/ (UD)
8	Yeniden Tasarlama	Çözümlerin test edilip değerlendirilmesi ve çözümlerin sunulması aşamalarında elde edilen bilgiler ışığında tasarım çözüm(leri) üzerinde iyileştirmeler yapılan aşamadır.	Belirlenen düzenlemeyi tanımlama	
			Belirlenen düzenlemeyi araştırma	
			Belirlenen düzenlemeyi çözüm önerisi sunma	
			Belirlenen düzenlemeyi çözümlenme	
			Belirlenen düzenlemeyi uygulama	
	Öneri ve Yorumlar			

Ek 33. Beceri Temelli Biyoçeşitlilik Başarı Testi-1 (BETBİB Testi-1) Uzman Değerlendirme Formu Kesiti (Bazı Örnek Sorular)

Sevgili öğrenciler, aşağıda hazırlanmış olan sorular sizlerin “Biyoçeşitlilik” konusundaki düşüncelerinizi belirlemeye dönük bir uygulamadır. Sizlere uygun olan seçenekleri işaretlemenizi ve açık uçlu sorularda fikirlerinizi açık bir şekilde ifade etmenizi beklemekteyiz. Yardımlarınız için teşekkür eder, başarılar dileriz.

İclal AKMAN

AD-SOYAD: _____

SINIFI: _____

PUANI: _____

1)

Bir bölgedeki tüm canlıların sayı ve çeşitçe zenginliğine biyoçeşitlilik denir.

Aşağıda verilen yaşam alanlarından hangisinde biyoçeşitlilik daha fazladır?

A)

- Ağaç (30 çeşit)
- Böcek (50 çeşit)
- Kuş (70 çeşit)
- Çalı (20 çeşit)

B)

- Ağaç (10 çeşit)
- Böcek (30 çeşit)
- Kuş (80 çeşit)
- Çalı (5 çeşit)

C)

- Ağaç (50 çeşit)
- Böcek (50 çeşit)
- Kuş (70 çeşit)
- Çalı (90 çeşit)

D)

- Ağaç (5 çeşit)
- Böcek (30 çeşit)
- Kuş (10 çeşit)
- Çalı (7 çeşit)

ACIKLAMA: Soru_MEB kazanım testinden alınmıştır. Biyoçeşitliliğin tanımı konusuna ait bir TIMSS uygulama basamağı karşılaştırma becerisi sorusudur. Cevap C şıkkıdır. Öğrenciden tablolarla verilen canlı türlerini incelemeleri ve “Biyoçeşitlilik” kavramına göre kıyaslama yapmalarını ve en çok sayıda canlı çeşidi bulunan tabloyu belirlemelerini istediği için karşılaştırma becerisini ölçen bir sorudur.

Soru Değerlendirme					
Kazanım	Özellikler	3	2	1	Öner-Düzeltili-Açıklama
F.5.6.1.1	Soru kazanımlara uygundur.				
	Soru ölçülen beceriye uygundur.				
	Soru açık anlaşılabilir.				
	Öğrenci seviyesine uygundur.				
	Dil kurallarına uygundur.				
	Görsellerle metin uyumludur.				

2)

Doğal sebepler ve insanların faaliyetleri canlıların yok olmasına neden olmaktadır.

- I. Çevre kirliliği
- II. Aşırı avlanma
- III. Canlı türleri arasında rekabet
- IV. Ormanlık alanların imara açılması

Yukarıda verilen canlıların yok olmasına neden olan etkilerden hangileri insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkar?

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

ACIKLAMA: Soru_MEB kazanım testinden alınmıştır. Biyoçeşitliliği etkileyen faktörler konusuna ait bir TIMSS “Bilme” ana becerisi altında örnekler verebilme becerisi sorusudur. Cevap B şıkkıdır. Öğrenciden canlıların yok olmasına insan etkisinin sebep olduğu örnek öncülleri seçmesi beklenmektedir. Bu nedenle örnekler verebilme becerisini ölçen bir sorudur.

Soru Değerlendirme					
Kazanım	Özellikler	3	2	1	Öner-Düzeltilme-Açıklama
F.5.6.1.2	Soru kazanımlara uygundur.				
	Soru ölçülen beceriye uygundur.				
	Soru açık anlaşılardır.				
	Öğrenci seviyesine uygundur.				
	Dil kurallarına uygundur.				
	Görsellerle metin uyumludur.				

3)

Aşağıda yıllar önce ülkemizde yaşamış ancak şu an nesli tükenmiş bir canlı verilmiştir.



Anadolu kaplanı

Bu canlının neslinin tükenmesi ile ilgili yapılan yorumlardan hangisi yanlıştır?

- A) Postu için aşırı avlanma sonucu yok olmuş olabilir.
- B) Yaşadığı alandaki sular kirletilmiş olabilir.
- C) Aşırı otlatma sonucu canlının doğrudan besin kaynağı tükenmiş olabilir.
- D) Doğal yaşam alanı insanlar tarafından tahrip edilmiş olabilir.

6) Biyoçeşitliliğin sağlık ve ekonomi üzerinde yararları vardır.

Aşağıdakilerden hangisi bitkilerin bu anlamda sağladığı yararlardan biri değildir?

- A) Ormanların hayvanlara barınak sağlaması
- B) Söğüt yaprağından ilaç üretimi
- C) Meşe ağacından mobilya üretimi
- D) Pamuk bitkisinden iplik üretimi

ACIKLAMA: Soru_MEB kazanım testinden alınmıştır. Biyoçeşitliliğin önemi konusuna ait bir TIMSS “uygulama” ana becerisi altında sınıflandırma becerisi sorusudur. Cevap A şıkkıdır. Öğrenciden biyoçeşitliliğin sağlık ve ekonomik yararlarını belirleyip kıyaslama yapmasını ve olmayanı belirlemelerini istediği için sınıflandırma becerisini ölçen bir sorudur.

Soru Değerlendirme					
Kazanım	Özellikler	3	2	1	Öner-Düzeltilme-Açıklama
F.5.6.1.1	Soru kazanımlara uygundur.				
	Soru ölçülen beceriye uygundur.				
	Soru açık anlaşılabilir.				
	Öğrenci seviyesine uygundur.				
	Dil kurallarına uygundur.				
	Görsellerle metin uyumludur.				

.....

