T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN TASARIM TEMELLİ FEN EĞİTİMİ UYGULAMALARI: SİVAS ÖRNEĞİ

FATMA YILDIRIM

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Antalya, 2022

T. C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN TASARIM TEMELLİ FEN EĞİTİMİ UYGULAMALARI: SİVAS ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma YILDIRIM

Danışman

Doç. Dr. Esme HACIEMİNOĞLU

Antalya, 2022

DOĞRULUK BEYAN FORMU

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçalardan gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışımda alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu onurumla doğrularım. Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Kasım, 2022

Fatma YILDIRIM

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Fatma YILDIRIM' ın bu çalışması **25 Kasım 2022** tarihinde jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimler Eğitimi** Anabilim Dalı **Fen Bilgisi Eğitimi** Tezli Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans Tezi olarak **oy birliği/oy çokluğu** ile kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan: Doç. Dr. **Burcu ŞENLER PEHLİVAN**
(Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, ……
Temel Eğitim Bölümü, Sınıf Eğitimi Ana Bilim Dalı)

Üye: Dr. Öğr.Üyesi **Gülsüm GÖK** …….
(Mersin Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı)

Üye (Danışman): Doç. Dr**. Esme HACIEMİNOĞLU** ……..
(Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi)

YÜKSEK LİSANS TEZİNİN ADI: Ortaokul öğrencileri için tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları: Sivas örneği

ONAY: Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun …….. tarihli ve …..……. sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Güçlü ŞEKERCİOĞLU

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışma süreci boyunca bana daima inan, benden şefkattini, bilgisini, zamanını hiç esirgemeyen, kendisinin öğrencisi olmaktan gurur duyduğum sevgili danışmanım Doç. Dr. Esme HACIEMİNOĞLUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Savunma sınavım esnasında bana değerli vakitlerini ayıran ve benden katkılarını esirgemeyen çok kıymetli hocalarım Doç. Dr. Burcu ŞENLER PEHLİVAN ve Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm GÖK' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beni ve kardeşimi okutmak ve buralara gelmemiz için binlerce zorluklara katlanan canım annem Emine YILDIRIM ve canım babam Yusuf Kâhya YILDIRIM'a; tez sürecimde manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen canım kardeşim H. Kübra YILDIRIM'a, canım arkadaşlarım, Şeyda ZINGAL, Emine KURTEL ve Şeyda ÖZKAN'a teşekkürlerimi borç bilirim.

ÖZET

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN TASARIM TEMELLİ FEN EĞİTİMİ UYGULAMALARI: SİVAS ÖRNEĞİ

Yıldırım, Fatma

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Esme HACIEMİNOĞLU

Kasım, 2022, 223 sayfa

Bu çalışmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının, yatılı bölge ortaokulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, fen öğrenme becerileri, mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerine etkisinin ve öğrencilerin sürece yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem araştırma modellerinden yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Çalışma grubunu Sivas'in Yıldzeli ilçesinde MEB'e bağlı bir yatılı okulda öğrenim gören üç tane yedinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Uygulama 2021-2022 eğitim öğretim yılı güz yarıyılı içerisinde 11 hafta boyunca sürmüştür. Araştırmanın nicel verileri Bilimsel Süreç Becerisi ve Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği ile toplanırken, nitel veriler yarı yapılandırılmış görüşme, öğrenci günlükleri ve kılavuzlar ile toplanmıştır. Nicel verilerin çözümlenmesi betimsel istatistik ile, nitel verilerin çözümlenmesi ise betimsel ve içerik analizi ile yapılmıştır. Uygulama sonunda yapılan analizler sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, fen öğrenme becerilerinde ve mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin, süreç içerisinde karar verme, iletişim kurma, problem çözme, ölçüm yapma, planlama yapma, prototip geliştirme becerilerini aktif olarak kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinin, öğretici ve LGS sorularının çözümünü kolaylaştırıcı bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır.

Öğrenciler okulun merkeze uzak ve yatılı bir okul olmasından kaynaklı, malzeme bulma konusunda sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Anahtar kelimeler: *Fen Öğrenme Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri, Mühendislik Süreci Uygulama Becerileri, Tasarım Temelli Fen Eğitimi, Mühendislik Tasarım Süreci*

ABSTRACT

DESIGN-BASED SCIENCE EDUCATION APPLICATIONS FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Yıldırım, Fatma

Master Thesis

Department of Mathematics and Science

Education Advisor: Assoc. Prof. Esme

HACIEMİNOĞLU November, 2022, 223 pages

Purpose of this study was to determine the effects of design-based science education applications on the scientific process skills, science learning skills, engineering design process application skills of 7th grade students studying at the regional boarding secondary school and opinions of the students on the process. Thus, convergent parallel design was used which was one of the mixed method research models where qualitative and quantitative research methods were conjunctively used. The study group consisted of three seventh grade students studying at a boarding school affiliated with the Ministry of National Education in Yıldızeli district of Sivas. The application was conducted for 11 weeks in the fall semester of the 2021-2022 academic year. While the quantitative data of the study were collected using the Scientific Process Skill and Science Learning Skills Scale, the qualitative data were collected with semi-structured interviews, student diaries and guides. The quantitative data was analyzed using descriptive statistics, while the qualitative data was analyzed using descriptive and content analysis. As a result of the analyzes conducted at the end of the application, it was determined that the students showed improvement in their scientific process skills, science learning skills and engineering design process application skills.It was concluded that the students actively used decision making, communication, problem solving, measuring, planning, and prototype development skills during the process. The students emphasized that the design-based science education process has an instructive and facilitating effect on solving LGS questions. Students mentioned that they had difficulties in finding materials due to the distance of the school from the center and its being a boarding school.

Keywords: *Science Learning Skill, Scientific Process Skills, Engineering Process Application Skills, Design-Based Science Education, Engineering Design Process*

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **i**

ÖZET ..... **ii**

ABSTRACT ..... Error! Bookmark not defined.

İÇİNDEKİLER ..... **vi**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **x**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xii**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xii**

BÖLÜM I
GİRİŞ

1.1 Problem Durumu 1

1.2. Problem Cümlesi 8

1.3. Alt problemler 8

1.4. Araştırmanın Amacı 8

1.5. Araştırmanın Önemi 8

1.6. Araştırmanın Varsayımları 11

1.7. Kapsam ve Sınırlılıklar 11

1.8. Tanımlar 11

BÖLÜM II
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Beceri Kavramı 13

2.2. Bilimsel Süreç Becerileri 14
2.2.1.Temel Bilimsel Süreç Becerileri 16
2.2.1.1.Gözlem 16
2.2.1.2.Sınıflama 16
2.2.1.3.İletişim 16
2.2.1.4.Ölçme 16
2.2.1.5.Uzay Zaman İlişkisi Kurma 17
2.2.1.6.Sayıları Kullanma 17
2.2.1.7.Çıkarım Yapma 17
2.2.1.8.Tahmin etme 17
2.2.2.Üst Düzey Bilimsel Düşünme Becerileri 18
2.2.2.1.Problemi Belirleme 18
2.2.2.2.Hipotez Kurma 18
2.2.2.3.Verileri Kaydetme 18
2.2.2.4. Değişkenleri kontrol etme 18
2.2.2.5. Deney yapma 19
2.2.2.6.Verileri yorumlama 19
2.3. Mühendislik Bilgisi ve Tasarım Süreci 20
2.4. Tasarım Temelli Fen Eğitimi 27
2.5 İlgili Araştırmalar 33
2.5.1. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar 33
2.5.2. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar 35

BÖLÜM III
YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli 46
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu 46

3.3. Veri Toplama Araçları 47
3.3.1.Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği 47
3.3.2.Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği 48
3.3.3. Görüşme 49
3.3.4. Döküman incelemesi 50
3.3.3. Öğrenci Günlükleri 54
3.4. Araştırmanın Uygulama Süreci 55
3.4.1. Araştırmanın Pilot Uygulaması 55
3.4.2. Asıl Uygulama Süreci 57
3.5. Verilerin Analizi 62
3.5.1. Nicel Verilerin Analizi 63
3.5.2. Nitel Verilerin Analizi 63
3. 6 Geçerlik ve Güvenirlik 64

BÖLÜM IV
BULGULAR VE YORUM

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 67
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Ait Bulgular 70
4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular 74
4.4. Araştırmanın Dörtüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular 110

BÖLÜM V
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç 137
5.2. Öneriler 171

KAYNAKÇA 172

EKLER **173**
EK 1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 188
EK 2. Tasarım Temelli Fen Eğitimi Uygulamaları Kılavuz Dokümanları (TTFÖKD) 191
EK 3. Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı…….. 206
Ek 4. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği 208
Ek 5. Fen Öğrenme Becersi Ölçeği 215
Ek 6 İzinler 217

ÖZGEÇMİŞ **222**
İNTİHAL RAPORU **223**

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Sınıf Seviyelerine Göre Tasarım İçerikli Kazanımlar (MEB,2018, s.14) 10
Tablo 2.1.Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Boyutları (Kılıç, 2019, s.8) 13
Tablo 2.2 Germann, Haskins ve Auls (1996)'a Göre Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması (Akt.Aydoğdu ve Ergin, 2012, s.50; Kılıç, 2019, s.9) 15
Tablo 2.3 Mühendislik Tasarımının Fen Derslerinde Kullanımı ile İlgili Yaklaşımlar ve Yaklaşımı Savunan Araştırmacılar (Yasak,2017, s.27-28) 26
Tablo 2.4. Tasarım Temelli Fen Eğitimi İle İlgili Araştırmalar 44
Tablo 3.1 Katılımcılara Ait Bilgiler 47
Tablo 3.2 Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeğinin Alt Boyutları ve Bu Boyutlarla İlgili Maddeler 48
Tablo 3.3 Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutları ve İlgili Maddeler 49
Tablo 3.4 Uygulama Aşamaları ve Haftaları 62
Tablo 3.5 Çalışmada Alınan Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri 65
Tablo 4.1. Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerisi Testti Alt Boyutlarından Aldıkları Ön test - Son test Toplam Puanlarına Yönelik Bulgular 70
Tablo 4.2 Öğrencilerin Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutlarından Aldıkları Ön test - Son test Ortalama Puanlarına Yönelik Bulgular 74
Tablo 4.3. TTFE Problemi Belirleme Basamağına Ait Bulgular 76
Tablo 4.4 TTFE Kriter ve Sınırlılık Belirleme Basamağına Ait Bulgular 79
Tablo 4.5 TTFE İhtiyaç ya da Problemin Araştırılması Basamağına Ait Bulgular 82
Tablo 4.6 TTFE Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Basamağına Ait Bulgular 84
Tablo 4.7. TTFE En İyi Çözümün Seçilmesi Basamağına Ait Bulgular 86
Tablo 4. 8. TTFE Tasarımın Genel Özellikleri ile İlgili Bilgi Verme Basamağına Ait Bulgular 88
Tablo 4. 9 Öğrencilerin Kılavuzlarda Yaptıkları Çizimler 90
Tablo 4.10 TTFE Tasarımın İşlem Basamaklarının Planlaması Alt Basamağına Ait Bulgular 94
Tablo 4.11. TTFE Prototipi Yapılandırma Basamağına Ait Bulgular 97
Tablo 4.12. Öğrencilerin Kurdukları Hipotezler ve Değişkenler 98
Tablo 4.13. Öğrencilerin Deney Tasarıları 99
Tablo 4.14 Öğrencilerin Kılavuzlarındaki Grafik veya Tablo Alanı Görselleri 101
Tablo 4.15 Öğrencilerin Gözlem Sonuçları 104

Tablo 4.16 Öğrencilerin Çözümleri Değerlendirme Basamağına Ait Bulguları 105
Tablo 4.17 TTFE Çözümleri Test Etme ve Değerlendirme Basamağına Ait Bulgular 106
Tablo 4.18. TTFE Tasarımı Sunma Basamağına Ait Bulgular 108
Tablo 4.19. İstasyonlarda Kullanılan ve Her bir Öğrencide Gelişen Beceriler..... 109
Tablo 4.20. Temalar, Kodlar ve Katılımcılar 110

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci (Bozkurt, 2014, s.39). 21
Şekil 2.2 NASA Mühendislik Tasarım Döngüsü (Uzel, 2019, s.19) 23
Şekil 2.3.Tasarım Temelli Fen Eğitimi Süreci (Kolodner vd., 2003, s, 511 akt. Ercan, 2014 s. 36)..... 28
Şekil 2.4.Tasarım Temelli Fen Eğitimi Süreci (Ercan, 2014 s.40; Wendell vd., 2010) 29
Şekil 3.1. Klavuzda Yer Alan Büyük Tasarım Görevi 51
Şekil 3.2 Klavuzda Yer Alan Büyük Tasarım Görevi 51
Şekil 3.3. Kriter ve Sınırlıkların Yazıldığı Tablo Örneği 52
Şekil 3.4. Kılavuzda Yer Alan K-W-L Tablosu Örneği 52
Şekil 3.5. Kılavuzda Yer Alan 5N1K Tablosu Örneği 53
Şekil 3.6. Kılavuzda Yer Alan Önerilerin Kaydedildiği Tablo Örneği 53
Şekil 4.1. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği Alt Boyutlarının Öğrenci Bazlı Ön- Son Test Toplam Puanları Grafiği 67
Şekil 4.2. Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutlarının Öğrenci Bazlı Ön- Son Test Ortalama Puanları Grafiği..... 71

KISALTMALAR LİSTESİ

BSBÖ **:** Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği

FÖBÖ **:** Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

NAE : National Academy of Engineering

NRC : National Research Council

TTFE : Tasarım Temelli Fen Eğitimi

TTFEDK : Tasarım Temelli Fen Eğitimi Doküman Kılavuzları

TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

YÖK : Yüksek Öğretim Kurulu

NASA **:** Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)

SÖG **:** Serbest Öğrenci Günlükleri

OECD **:** Ekonomik ĠĢbirliği ve Kalkınma TeĢkilatı (Organisation for Economic Cooperation and Development)

PISA : Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment)

STEM : Fen Teknoloji Mühendislik Matematik (Science-Technology-Engineering - Mathematics)

LGS **:** Liselere Geçiş Sınavı

YBO **:** Yatılı Bölge Ortaokulu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde, problem durumu ve cümlesi, alt problemler, araştırmanın amaç ve önemi, varsayımları ve sınırlılıkları ve çalışmanın içerdiği terimlerin tanımları yer almaktadır.

1.1 Problem Durumu

Bilimsel çalışmaların günden güne arttığı ve teknolojide yaşanan gelişmelerin hız kazandığı günümüz dünyasında fen bilimleri eğitiminin çağın şartlarına ayak uydurmak adına yol göstericiliğinden söz edilmektedir (Bozkurt, 2014; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005). Dolayısıyla gelişmiş ülkeler başta olmak üzere gelişmekte olan ülkelerin de fen bilimleri eğitimine hak ettiği değeri verme ve fen bilimleri eğitiminin niteliğini arttırma gayreti içinde oldukları görülmektedir (MEB, 2005). Bu bağlamda Türkiye açısından da fen ve teknoloji alanında yaşanan gelişmelere ayak uydurmak bir gereksinim haline gelmiştir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, mevcut kullanılan programların revize edilerek yeni yaklaşımların eğitim sistemine entegre edilmeye başlandığını göstermektedir (Bayar, 2021). Yaşanan sosyal, siyasal, ekonomik ve kültürel değişimlere, teknolojide yaşanan gelişmelerinde eklenmesiyle fen öğretim programlarında da birtakım değişikliklere gidilmiştir. Bu bağlamda, eğitim kurumlarında okutulan mevcut fen öğretim programlarının; içerik, yöntem ve öğrencilerin değerlendirilmesine yönelik ölçme ve değerlendirme bölümlerinde birtakım değişimler meydana gelmiştir (Sülün ve Balkı, 2009). Örneğin son yıllarda fen öğretim programlarında, mühendislik, girişimcilik ve yenileşme kavramlarına yer verildiği görülmektedir. Ayrıca kazanımlarda mühendislik disiplini ile ilişkili olan "…tasarlar", "...model oluşturur" gibi ifadelere yer verilmektedir (Deveci, 2018). Sözü edilen bu değişimler fen eğitimi adına bir dönüm noktası niteliğindedir. Fen eğitiminin tarihsel gelişiminin incelenmesi, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında meydana gelen değişimlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Fen eğitiminin tarihsel gelişimi kısaca şu şekilde sunulabilir:

1870 yılı öncesinde okul programları incelendiğinde, fen eğitimi ders sayısının diğer derslere oranla az olduğu görülmüştür (Bilir, 2015). Sözü edilen bu dönemde fen eğitiminde ezbere dayalı bir sistemin varlığı söz konusudur. 1860-1880'li dönemlerde ise Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında "nesnel öğretime" dayalı anlayış hâkim olmaya başlamıştır. Bu anlayışa göre öğrencilerin nesneleri gözlem ve deney yaparak öğrenmeleri amaçlanmıştır. Gücüm (1998)'e göre nesnel öğretime yer verilmesiyle birlikte ezbere dayalı eğitim sistemi etkisini kaybetmiştir (Akt. Bilir, 2015). 1870-1900'lü dönemlere gelindiğinde ise; gerçekleşen endüstri devrimi ile beraber, okullarda okutulan fen öğretim programları mesleki nitelik kazandırma amaçlı hazırlanmaya başlamıştır. Ayrıca bu dönemde okutulan programlara, toplumun ihtiyaçlarına çözüm odaklı olan konular dahil edilmiştir. Bu bağlamda, Sanayi Devrimi'nin ardından, toplumsal anlamda ihtiyaç ve isteklerin farklılaşmaya başladığını söylemek mümkündür.Sanayi Devrimi ile yaşanan ekonomik gelişmeler toplumun ihtiyaçlarını değiştirmeye başlamış ve 1900 ile 1930 yılları arasında fen programları yeniden hazırlanmaya başlanmıştır.1930 yılından 1945 yılına kadar tüm dünyayı etkisi altına alan 2. Dünya Savaş'ı meydana gelmiş ve savaşın etkisiyle, günlük hayatta yer alan uygulamalar fen programlarına dahil edilmiştir (Sülün ve Balkı, 2009). Böylece fen bilimleri dersi, olgusal bilgilerin verildiği bir ders halini almıştır. 2. Dünya Savaşı'nın bitmesinin ardından fen bilimleri öğretiminde, bilimsel bilgilerin yer almasına ek olarak bilgiye ulaşma yollarının da öğretilerek, öğrencilerin bilimsel tutumlarının gelişimi hedeflenmiştir (Sülün ve Balkı, 2009). Dolayısıyla bu dönemde laboratuvarlara olan ilgi artmış ve fen bilimleri derslerinin laboratuvarlarda işlenmesi önemli hale gelmiştir. Yaşar, Ayas, Kaptan ve Gücüm (1998)'e göre bu dönemde, fen öğretim programlarının en temel amaçları arasında; problem çözme yöntemleri, hipotez kurma, veri toplama, verilerin analizi ve yorumlanması gibi becerilerin kazandırılması yer almaktadır (Akt. Sülün ve Balkı, 2009). Netice itibariyle 1930 ve 1950'li yıllar arasındaki programlar hazırlanırken daha çok, gelişmişlik seviyesi yüksek bireylerin yetiştirilmesi ve bilginin aktarılması ön planda tutulmuştur (Fer, 2005).

Teknolojinin giderek hız kazandığı 1955 ile 1970 yılları arasında Rusya Sputnik isimli yapay uyduyu uzaya göndermiştir. Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nde yaşanan bu gelişme, kullanılan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın, öğrencileri şu an ve gelecekte karşılaşacakları hayata iyi hazırlamada yetersiz kalacağı düşüncesine zemin hazırlamıştır. Ayrıca mevcut programın, gelişen teknolojiyi anlayıp uygulamaya geçirebilen bireylerin yetiştirilmesi noktasında yetersiz kaldığı düşüncesini beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda programda güncelliğini kaybetmiş konular çıkartılmış ve yerine günlük hayatta

karşı karşıya kalınan problemler ile ilgili açıklamalar içeren konular dahil edilmiştir (Atilla ve Sözbilir, 2016).

Hızla ilerleyen teknoloji ve bilimle birlikte 1980'lere gelindiğinde, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın, yalnızca bilimin doğasını anlamayı değil, kişilerin kendini ifade etmesine yönelik iletişim becerilerini de geliştirmeyi amaçladığı görülmüştür.. İletişim becerisinin önem kazanmasıyla öğrencilerin yaparak yaşayarak ve işbirlikçi öğrenmelerinin geliştirilmesi için 1992 yılında Fen Bilgisi Dersi Öğretimi Programına işlevsellik kazandırılmış ve yaparak yaşayarak öğrenme üzerinde durulmuştur (Demirbaş ve Yağabasan, 2005).

2000 yılına gelindiğinde hazırlanan Fen Bilgisi Öğretimi Programı geçmişte hazırlanan programlardan ciddi farklılıklar içermektedir. Hazırlanan bu yeni programda, öğrencilerin derse aktif katılımı sağlanarak, başarının üst seviyelere çıkarılması amaçlanmıştır. Yeni programda öğretmenlerin derste rehber olarak rol alması ve öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaları söz konusudur (Atilla ve Sözbilir, 2016).

2000 yılında hazırlanan programın geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkan 2004 'Fen ve Teknoloji Dersi Programı'nın yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı doğrultusunda hazırlandığı görülmektedir (Atilla ve Sözbilir, 2016). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla öğrencilerin yaparak, yaşayarak öğrenmeleri ve derse aktif katılımları sağlanmıştır. Dolayısıyla Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nda büyük bir değişim yaşanmıştır. (Bektaş ve Aslan,2019; Dindar ve Taneri, 2011). Yeni yaklaşım öğretmen ve öğrenci rollerinde de birtakım değişiklikler meydana getirmiştir. Derste bilimsel bilginin verilmesinde aktif rol alan öğretmeni, yol gösterici ve rehber konumuna getirirken, öğrenciyi ise araştırmacı konumuna getirmiştir. (Bektaş ve Aslan, 2019). Böylelikle öğrencinin öğrenme sürecine doğrudan dahil edilmesi sağlanmıştır. Özmen (2015)'e göre yapılandırmacı yaklaşımla, birey yeni öğrendiği bilgileri, beynindeki şemalarda yer alan eski bilgileriyle karşılaştırır ve yeni bir bilgi şeması oluşturur. Böylelikle birey bilgiyi kendi beyninde yapılandırmış olur ve bilginin kalıcılığı artar (Bektaş ve Aslan, 2019) Bu bilgiler ülkemizde belli aralıklarla, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın, toplumun ve çağın getirdiği ihtiyaçlar doğrultusunda, revize edilerek yenilenmeye çalışıldığını göstermektedir (Atilla ve Sözbilir, 2016).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' na yönelik çalışmalar 2013 yılında da devam etmiştir. 2013 yılındaki yeni Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın vizyonu; araştıran sorgulayan, problem çözebilen, eleştirel düşünebilen, işbirlikli çalışan, sorumluluk sahibi ve

girişimci öğrenciler yetiştirmektir (MEB, 2013 s.1). Programdaki bu amaçların gerçekleştirilmesi için, öğrencilerde bulunması gereken alana özgü beceriler; bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerileri başlıkları altında toplanılmıştır (Deveci, 2018). 2017 ve 2018 yıllarına gelindiğinde 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile benzer içeriklere sahip bir program hazırlanmış olup alana özgü beceriler başlığı altına "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" olmak üzere üçüncü bir beceri başlığı daha eklenmiştir (Bektaş ve Aslan, 2019; Bakırcı ve Kaplan,2021). Çünkü mühendislik, matematik ve fen öğretimini hızlandırmak için kullanılır (Arafah, 2011).

Programda, alana özgü beceriler başlığı altında yer alan; mühendislik ve tasarım becerileriyle, fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendisliğin bir araya getirilerek, öğrencilerin problemlere disiplinler arası bir çerçeveden bakmaları sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin mevcut bilgilerini kullanarak, bir mühendis gibi ürün tasarlamaları, ürünlerin nasıl daha ekonomik hale getirilebileceğine yönelik alternatif yollar geliştirmeleri hususunda gelişimleri amaçlanmıştır (MEB, 2018; Asal, 2020). Mühendislik tasarım becerileri fen bilimleri dersine, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin düzenli bir biçimde entegre edilmesini sağlamaktadır (Bakıcı ve Kaplan, 2021). Böylelikle öğrenciler, disiplinler arası bir yaklaşım dahilinde buluş yapmaya teşvik edilmektedir. Ayrıca bu beceri öğrencileri, yeni fikirler üreterek problemleri çözümleme sürecine yönlendirmektedir ve öğrencilerde bu sürecin sonunda elde edilen ürünleri geliştirme noktasında bakış açıları geliştirmeyi amaçlamaktadır (MEB,2018, s.10). Hedefler incelendiğinde mühendislik tasarım becerisinin Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik disiplinlerinin entegrasyonu ile oluşan STEM yaklaşımına ait öğeleri içerdiği söylenebilir. Mühendislik tasarım becerilerinde bahsedilen bu disiplinlerden mühendislik diğer disiplinlere oranla daha çok kullanılır(Bakırcı ve Kaplan, 2021) Çünkü mühendislik, matematik ve fen öğretimini hızlandırmak için tercih edilir (Arafah, 2011).

Bu bağlamda mühendislik; matematik, fizik, kimya, biyoloji ve astronomi gibi fen disiplinlerin bir araya gelmesiyle günlük problemlerin çözümü ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasın için oluşturulan tasarım veya eylemler olarak tanımlanabilir (Bayar,2021, s.4). Mühendislikte sonuç olarak ortaya bir eylem veya tasarım konulmaktadır. Ortaya konan bu tasarımlar, bireylerin ihtiyaçlarını karşılayan çözüm önerileri içermeleri yönüyle son derece önemlidir (Kolodner, 2002, s.4). Aynı zamanda mühendislik, inceleme yapmak ve problem çözmek için kullanılan bir yöntemdir (Kennedy & Odell, 2014). Mühendislikte, problemin çözümünü içeren tasarımların ortaya konması için belli başlı aşamaları içeren bir süreçten geçilmesi gerekmektedir. Bahsedilen bu süreç mühendislik

tasarım süreci olarak nitelendirilmektedir. Mühendislik tasarım süreci, problemin keşfedilmesiyle yani problemin ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesiyle başlar. Kriter ve sınırlılıkların oluşturulması, bu kriter ve sınırlılıklar doğrultusunda problemin çözümüne yönelik önerilerin belirlenmesi, uygun görülen önerinin tercih edilmesi, prototipin yapılması ve prototipin test edilmesi aşamalarıyla devam eder (Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx & Mamlok-Naaman 2004). Bu sürecin günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılabilmesi ve geliştirilebilmesi için öğrencilere bu süreçle ilgili eğitimin verilmesi oldukça önemlidir. Öğrencilere mühendislik tasarım sürecine yönelik eğitim verilmesi amacı ile Wendell, Connolly, Wright, Jarvin, Rogers, Barnett, & Marulcu, (2010), mühendislik tasarım sürecini merkeze alacak şekilde bir ders planı tasarlamışlardır. Wendell vd. (2010) tasarladıkları bu ders planını dört ünitenin öğretilmesinde denemişler ve sonucunda söz konusu planın fen bilimleri dersine rahatlıkla entegre edilebileceğini vurgulamışlardır. Mühendislik tasarım sürecini merkeze alarak yapılandırılan bu planın mühendislik problemleri dahilinde yapılandırılması gerekmektedir (Ercan, 2014). Fen bilimleri dersinde mühendislik problemlerinin, mühendislik tasarım sürecini dikkate alarak çözülmesi yaklaşımına özel olarak "tasarım temelli fen eğitimi "adı verilmektedir (Ercan, 2014, s.35).

Apedoe, Reynolds, Ellefson ve Schunn (2008), tasarım temelli fen eğitimi; bilimsel araştırma, sorgulama ve mühendislik tasarım sürecinin eş zamanlı yürütülmesi ile ortaya çıkan bir öğretim yaklaşımı olarak ifade etmektedir Bu yaklaşım, 21.yy becerileri olarak nitelendirilen ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nda yer alan; eleştirel düşünme, karar verme, bilimsel süreç, iletişim kurma, problem çözme ve araştırma sorgulama becerilerinin gelişimini etkilemektedir (Aksoy, 2021; Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Demirel, 2021; Ercan, 2014, Yasak, 2017). Programda yer alan bu becerilerin gelişmesiyle, programın vizyonu olan "*tüm öğrencilerin fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek*" hedefine bir adım daha yaklaşılacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda mühendislerin kendi alanlarında çalışma yaparken kullandıkları aşamaları, bilimsel araştırma-sorgulamayla birlikte kullandıran tasarım temelli fen eğitiminin en temel amacı; öğrencilere, günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm üretme ve fen okuryazarlıklarını geliştirmeye yönelik becerileri kazandırmaktır (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Taşkın ve Aksoy, 2019)

Fen okuryazarlığı, bireylerin yaşamları boyunca öğrenen bireyler olmaları, yaşadıkları çevre ile ilgili merak duygularını devam ettirmeleri ve araştırma sorgulama, problem çözebilme, eleştirel düşünebilme, bilimsel bilgi üretebilme gibi becerilerini geliştirebilmeleri için fen alanına ait beceri, tutum, değer ve bilimsel bilgilerin birleşimi olarak ifade edilmektedir (Kavak, Tufan ve Demirelli, 2006, s.18). Fen okuryazarlığının

tanımından yola çıkarak fen okuryazarı olan bireyleri; araştıran sorgulayan, kararların alınmasında etkili, problem çözme becerisi gelişmiş, etkili iletişim kurabilen, işbirliği içerisinde çalışabilen, öğrenmesini hayat boyu devam ettirebilen bireyler olarak tanımlayabiliriz (MEB, 2013, s.1). Ayrıca fen okuryazarı bir birey, problem çözme ve karar verme aşamasında bilimsel süreç becerilerini aktif olarak kullanır ve fen, teknoloji, toplum ve çevre arasında olan ilişkinin farkına varır ve kendi cümleleriyle dile getirebilir (Kavak, vd.,2006, s. 18).

Fen okuryazarı bir bireyin bahsedilen bu özelliklere sahip olmasında ve bu özelliklerin geliştirilmesi için gerekli olan beceri, genel bir ifade ile fen öğrenme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Ural ve Yolagiden, 2021 s. 559). Fen bilimleri öğretiminin temel hedefleri arasında, içinde yaşadığı çağın getirdiği problem durumlarını araştırıp sorgulayan, günlük yaşam ile fen konuları arasında bağlantılar kuran ve karşılaştıkları problemleri bilim insanlarının kullandıkları bilimsel metotları kullanarak çözmeye çalışan, bireylerin yetiştirilmesi yer almaktadır (Tan ve Temiz, 2003, s. 90). Bahsedilen bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde fen öğrenme becerisinin yeri ve önemi büyüktür. Ekim (2018) fen öğrenme becerisini, bireysel öğrenmesinden sorumlu, araştırıp sorgulayan, etkili karar verebilen, iletişim kurabilen, bilimsel bilgiyi oluşturmakta bilimsel tutum ve süreç becerisine sahip olan öğrencilerin yetişmesinde gerekli olarak beceriler şeklinde tanımlamıştır.

Bu bağlamda bilimsel süreç becerileri ise fen bilimleriyle uğraşan kişilerin bilimsel bilgileri oluşturma sürecinde kullandıkları beceriler olarak nitelendirilmektedir (Tan ve Temiz, 2013). Brotherton ve Preece (1995)' e göre bilimsel süreç becerileri; bilimsel bilgiler üretilirken ve bilimsel etkinlikler gerçekleştirilirken, bilim insanlarının sergilemiş olduğu davranışlar ve bilim insanlarına yol gösterici olan becerilerdir (Akt. Bayar, 2021). Padilla, (1990)'e göre bilimsel süreç becerileri, problemi belirleme, gözlem yapma, hipotez kurma, verileri toplama, deney yapma, verileri test etme ve değerlendirmeye yönelik farklı becerilerin bir çatı altında toplanmış halidir (Akt. Tan ve Temiz, 2003)

Bilimsel süreç becerileri ve yukarıda ifade edilen mühendislik tasarım sürecinde aktif olarak kullanılan mühendislik ve tasarım becerileri arasında ortak beceriler bulunmaktadır. Bu beceriler, verileri toplama, verileri kaydetme, verilerin analizini yapma, değerlendirme, gözlem yapma ve ölçme gibi becerilerdir. Bilimsel süreç becerilerinden farklı olarak, mühendislik tasarım becerilerinde, prototip oluşturma, matematiği kullanma, tasarım geliştirme gibi beceriler de bulunmaktadır (Bayar, 2021, s.20 ve Bozkurt, 2014, s.51). Bu bağlamda, bilimsel süreç becerileri ile mühendislik tasarım becerilerinin kullanıldığı tasarım

temelli fen eğitiminin birbirini etkilediği düşünülebilir (Bozkurt, 2014). Strong (2013), tasarım temelli fen eğitiminin, bilimsel süreç becerilerinin aktif olarak kullanılmasına imkan tanıyan bir yaklaşım olduğunu vurgulamıştır. Strong (2013)'un bu ifadesi bilimsel süreç becerileri ile tasarım temelli fen eğitiminin etkileşim halinde olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Bu bilgiler doğrultusunda, literatür incelendiğinde tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini inceleyen birçok çalışmayı görmek mümkündür. Örneğin Roth (2001) mühendislik tasarım sürecini kullanarak, 6. Sınıfta öğrenim gören 10 öğrenci, 7. Sınıfta öğrenim gören 16 öğrenci olmak üzere toplamda 26 öğrenci ile basit makineler konusunda deneysel çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin akademik başarılarının ve bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini tespit etmiştir. Sadler, Coyle & Schwartz (2000)'ın, Elektrik, Madde ve Isı, Kuvvet ve Hareket ünitelerinin mühendislik tasarım süreci ile işlenmesi ile tasarım aktivitelerinin etkilerinin incelenmesini amaçladıkları çalışma sonucunda, bahsedilen bu ünitelere ait başarı artışı ve bilimsel süreç becerilerinde gelişmelerin meydana geldiği vurgulanmıştır. Benzer şekilde Bayar (2021) çalışmasında, tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerisi üzerine etkisini incelemiştir. Bayar (2021), TTFÖ'nın öğrencilerin bilimsel süreç becerisini geliştirdiğini tespit etmiştir. Tasarım temelli fen eğitimi üzerine ulusal literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, yabancı literatüre nazaran az olduğu bulunmuştur (Taşkın ve Aksoy, 2019). Ulusal literatürden elde edilen veriler doğrultusunda ilköğretim öğrencileri ile yapılan tasarım temelli fen eğitimi çalışmaların daha çok gündüzlü öğrenim gören okullarda gerçekleştiği görülmektedir (Bayar, 2021; Ercan, 2014; Yasak, 2017; Aksoy, 2021; Kılıç, 2019; Satar, 2020). Bu çalışmanın uygulaması ise ortaokul öğrencilerinin yatılı olarak öğrenim gördüğü bir okulda gerçekleştirilmiştir.

Ulusal literatürde, tasarım temelli fen eğitiminin üzerine etkisinin incelendiği değişkenlerin; akademik başarı, 21. yüzyıl becerisi, bilimsel süreç becerisi, karar verme becerisi, argüman geliştirme, girişimcilik, eleştirel düşünme becerisi, tasarım becerisi ve bilime yönelik tutum olduğu görülmektedir (Aksoy, 2021; Alinak Bozkurt, 2018; Asal, 2020; Bayar, 2021; Demirel, 2021; Kılıç, 2019; Uzel, 2019; Küpeli, 2021; Yasak, 2017). Yapılan incelemelerde değişkenler arasında fen öğrenme becerisine rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile tasarım temelli fen eğitiminin fen öğrenme becerisi üzerine etkisinin incelenmesi alan yazına katkı sağlayarak diğer çalışmalara yol gösterici olacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda çalışmanın en temel amacı; tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının yatılı bölge ortaokulu 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, fen öğrenme becerileri ve mühendislik tasarımı sürecini uygulama becerilerine etkisini ve öğrencilerin uygulama

sürecine yönelik görüşlerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda, araştırma soruları aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

1.2. Problem Cümlesi

Bilim uygulamaları dersinde yürütülen tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının yatılı bölge ortaokulu 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, fen öğrenme becerileri ve mühendislik tasarımı sürecini uygulama becerilerine etkisi ve öğrencilerin uygulama sürecine yönelik görüşleri nasıldır?

1.3. Alt problemler

1. Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde bilimsel süreç becerileri nasıldır?

2.Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde fen öğrenme becerileri nasıldır?

3.Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde mühendislik tasarım sürecini uygulama becerileri nasıldır?

4. Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile ilgili sürece yönelik görüşleri nelerdir?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu araştırma, bilim uygulamaları dersinde yürütülen tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının yatılı bölge ortaokulu 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, fen öğrenme becerileri ve mühendislik tasarımı sürecini uygulama becerilerine etkisini ve öğrencilerin uygulama sürecine yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Ülkelerin eğitim seviyelerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması adına uygulanan Programme for International Student Assessment (PISA) ve Trends in International Mathematics and Science Study (TIMMS) gibi uluslararası sınavlarda ülkemiz fen

okuryazarlığında ortalamanın altında kalmıştır. (Kılıç, 2019). (Ekonomik İşbirliği ve Gelişim Organizasyonu [OECD], 2019) verileri incelendiğinde sözü edilen bu sınavlarda fen okuryazarlığını belirlemeye yönelik sorularda, ülkemizin sıralamanın çok gerisinde kaldığı görülmüştür (Kılıç, 2019 ve Yavuz, 2019). Bu sonuçların en önemli sebepleri arasında, öğrencilerin öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamlarında aktif olarak kullanamamaları gösterilebilir. Farklı disiplinlerin içerdiği bilimsel bilgileri neden-sonuç ilişkisi kurularak algılanmasına ve aktif öğrenmeye imkân tanıması yönüyle, tasarım temelli fen eğitiminin okullarda yapılan fen öğretimini salt bilgi aktarımından uzaklaştırıp, teorik bilgilerin uygulamaya geçirilmesine fırsat sağlayacağı düşünülmektedir (Ercan, 2014; Bozkurt, 2014).

Tasarım temelli fen eğitimi ile öğrenciler, öğrendikleri bilimsel bilgileri kullanarak ve tasarım sürecinden yararlanarak günlük yaşam problemlerine çözüm üretebilirler. Böylelikle öğrenciler kendi problemlerine çözüm üretmesinin yanı sıra, içinde bulunduğu teknolojik ve bilimsel alanlara da fayda sağlayabilirler (Marulcu ve Barnett, 2015).

Öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında çok büyük öneme sahip olan TTFE uygulamalarının kubaşık öğrenmeyi (Ercan, 2014; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Wendell vd., 2010), anlamlı öğrenmeyi (Bozkurt Altan ve Karahan, 2019; Ercan, 2014; Ryan, Camp ve Crismood, 2001) destekleme ve ayrıca ilgi ve motivasyonu arttırma (Doppelt Mehalik, Schunn, Silk & Krysinski, 2008; Hacıoğlu vd., 2016) gibi belli başlı faydaları olduğu tespit edilmiştir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, yetiştirmeyi hedeflediği bireyin özelliklerini; araştıran sorgulayan, eleştirel düşünebilen, etkin karar alabilen, problem çözme yeteneği gelişmiş, kendi öğrenmesinden sorumlu olan, etkili iletişim tekniklerini bilen, bu teknikleri kullanan girişimci ve yaşam boyu öğrenen bireyler olarak sıralamaktadır (MEB, 2018). Sözü edilen tasarım temelli fen eğitiminin temel faydaları incelendiğinde, öğrenciyi akademik, sosyal açıdan geliştirmesi ve öğrenciye Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın hedeflediği özellikleri kazandırılması noktasında TTFE' nın fen bilimleri dersinde önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir. Hacıoğlu vd., (2016) çalışmalarının birinde Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın amaçlarına ulaşması konusunda 'Tasarım Temelli Fen Eğitimi' uygulamalarının kullanılmasının gerekliliğine vurgu yapmıştır.

Öte yandan tasarım temelli fen eğitimi, aktif katılım, anlamlı öğrenme ve işbirlikli öğretime imkân vermektedir. Bu imkânlar doğrultusunda, TTFE'nın öğrencilerin Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında hedeflenen konuma getirilmesi ve dersteki kazanımların hedef davranışa verimli şekilde dönüştürülmesi noktasında etkili olacağı

düşünülmektedir. Nitekim Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nda; günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlerin çözümüne yardımcı olması amacıyla, her sınıf seviyesine uygun tasarım temeline dayanan kazanımlar yer almaktadır. Tablo 1.1'de her sınıf seviyesine uygun tasarım temeline dayalı örnek kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 1.1. Sınıf Seviyelerine Göre Tasarım İçerikli Kazanımlar (MEB,2018, s.14)

Sınıf seviyesi	**Kazanım numarası**	**Kazanımlar**
3.sınıf	F.3.6.2.4	Yapay bir çevre tasarlar.
4.sınıf	F.4.5.1.2	Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar.
5.sınıf	F.5.3.1.2	Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar.
6.sınıf	F.6.5.4.5	Sesin yalıtımı ve akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.
7.sınıf	F.7.3.3.3	Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.
7.sınıf	F.7.4.5.2	Evsel atık ve katı atıkların geri dönüşümüne ilişkin bir proje tasarlar.
7.sınıf	F.7.5.3.5	Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.
7.sınıf	F.7.7.1.6	Özgün bir aydınlanma aracı tasarlar.
8.sınıf	F.8.5.1.2	Basit makinelerden yaralanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.
8.sınıf	F.8.6.4.2	Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik bir proje tasarlar.
8.sınıf	F.8.7.3.2	Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar.

Tablo 1.1'de yer alan kazanımlar incelendiğinde, öğrencilerde oluşmasını beklediğimiz öğrenmelerin tasarımla gerçekleştiği görülmektedir. Farklı bir ifadeyle, öğrencilerin bir ürün tasarlamaları istenmektedir. Gerçekleşmesi beklenen öğrenmede ve tabloda yer alan kazanımlara ulaşılma noktasında, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının etkili bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir (Bayar, 2021, s.8).

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) strateji planları ve 2023 Eğitim Vizyonunda Fen-Teknoloji-Matematik-Mühendislik disiplinlerinin entegrasyonunun eğitimde, etkin şekilde kullanılmasının gerekliliği açık bir şekilde ifade edilmektedir (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014, s.251). Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji disiplinlerinin kullanıldığı ve mühendislik tasarım sürecinin merkeze alındığı tasarım temelli fen eğitiminin ülkemizde de günümüz araştırmalarına konu olmaya başlandığı görülmektedir (Aksoy, 2021; Bozkurt, 2014; Demirel, 2020; Ercan, 2014; Kılıç, 2019; Marulcu ve Sungur, 2012). Ülkemizde, üzerine yeni çalışılmaya başlanılan tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili yapılan alan yazın taramasında YBO'larda yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın YBO' da öğrenim gören öğrencilerle yürütülmesi yönüyle literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Alan yazın incelendiğinde tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının bilime yönelik tutum, temel beceriler, bilimsel yaratıcılık (Kılıç, 2019; Yamak vd., 2014), bilimsel süreç becerileri (Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Strong, 2013; Yamak vd., 2014), karar verme becerisi (Ercan ve Şahin, 2015; Ercan, 2014; Bozkurt, 2014), problem çözme becerisi

(Uzel,2019; Şahin ,2015) ve öğrenci motivasyonu Atacan (2020) gibi değişkenler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Fakat literatürde tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının fen öğrenme becerilerine etkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yönüyle çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada;

1. Araştırmaya katılan ilköğretim öğrencilerinin, soruları anlayarak samimi ve güvenilir şekilde cevapladığı varsayılmaktadır.

2. Araştırma verilerinin kodlanmasında görüşleri alınan uzmanların, tarafsız ve samimi oldukları varsayılmaktadır.

1.7. Kapsam ve Sınırlılıklar

1. Araştırma, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında Sivas'ın Yıldızeli ilçesinde bulunan bir YBO 7.sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.

2. Araştırmanın uygulama süreci 11 hafta ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Beceri: TTFE uygulama süreci boyunca kullanılan ve süreç sonunda öğrencide gelişmesi beklenen kabiliyetlerin tümüdür.

Bilimsel Süreç Becerisi: TTFE uygulama sürecinde, problem belirleme, araştırma yapma, verileri yorumlama ve prototipi yapılandırmada aşamalarında kullanılan ve bilimsel süreç becerisi ölçeği ile ölçülen becerilerdir.

Tasarım Temelli Fen Eğitimi: 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı beceri boyutu altında bulunan beceri ve kazanımların edinilmesini desteklemek için bilimsel araştırma, sorgulama ve mühendislik tasarım sürecinin eş zamanlı yürütülmesi ile oluşturulan bir öğretim yaklaşımıdır.

Fen Öğrenme Becerisi: Araştırma ve deney yaparken, elde edilen verileri sunarken kullanılan, planlama, ifade etme, müzakare etme, hipotez kurma gibi becerilerdir. Bu beceriler TTFE sürecinden etkinir ve sürecin etkisi fen öğrenme becerisi ölçeği ile ölçülür.

Mühendislik Tasarım Süreci Uygulama Becerisi (Mühendislik Becerisi): Mühendislik tasarım süreci aşamalarının uygulanmasında kullanılan, ölçme, veri toplama, verileri kaydetme, prototip oluşturma, planlama yapma, takım çalışması yapma, matematiksel ifadeleri kullanma ve çizim yapma gibi becerileri içeren ve bu çalışmada mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriği ile analiz edilen becerilerdir.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın bu bölümünde, beceri kavramı, bilimsel süreç becerileri, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli fen eğitimi hakkında bilgi verilmiş ve literatürdeki TTFE uygulamaları ile ilgili çalışmalardan bahsedilmiştir.

2.1. Beceri Kavramı

Türk Dil Kurumu beceriyi; "*kişinin yatkınlık ve öğrenimine bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği, maharet*", şeklinde tanımlamaktadır (TDK, 2021). Bir başka tanım ise, Kılıç (2019) tarafından yapılmıştır. Kılıç (2019) beceriyi "bireylerin öğrenme ürünlerini hayata aktarabilme kabiliyeti olarak" ifade etmektedir. Bireyler yaşamsal faaliyetlerini etkili şekilde yürütmek ve öğrenmelerini ortaya koymak için, birtakım becerilere sahip olmak durumundadır. Bu sebeple bireyler yetiştirilirken, çeşitli becerilere sahip olacak şekilde eğitim verilmesinin ayrı bir önemi vardır (Semerci, Yanpar ve Yelken, 2010).

Bireylerin farklı becerilere sahip olarak yetiştirilmesinde eğitimin yeri ve önemi oldukça büyüktür. Bu bağlamda, öğretim programlarında sıklıkla beceri kavramına yer verildiği görülmektedir. Birçok dersin öğretim programı boyutları arasında yer alan beceri kavramı, fen öğretimi programının da boyutları arasında da kendine yer bulmuştur. Tablo 2.1'de Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı boyutları sunulmuştur.

Tablo 2.1.Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Boyutları (Kılıç, 2019, s.8)

Bilgi	**Beceri**	**Duyuş**	**Fen Teknoloji, Toplum, Çevre (FTTÇ)**
a) Canlılar ve Hayat b) Madde ve Değişim c) Fiziksel Olaylar d)Dünya ve Evren	a) Bilimsel Süreç Becerileri b) Yaşam Becerileri Analitik düşünme Karar verme Yaratıcı düşünme Girişimcilik Takım çalışması c)Mühendislik ve Tasarım Becerileri Yenilikçi (inovatif) düşünme	a) Tutum b) Motivasyon c)Değerler d)Sorumluluk	a) Sosyal ve bilimsel konular b) Bilimin doğası c)Bilim ve teknoloji ilişkisi d)Sürdürülebilir kalkınma bilinci e) Bilimin toplumsal katkısı f) Fen ve kariyer bilinci

Tablo 2.1' de görüldüğü üzere fen bilimleri dersi öğretim programı, bilgi-beceri-duyuş- FFTÇ olarak dört boyuttan oluşmaktadır. Çalışmanın tabiatı gereği bu boyutlardan bizim için önemli olan boyut, beceri boyutudur. Beceri boyutu "Bilimsel Süreç Becerileri", "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" ve "Yaşam Becerileri" olarak üç ana başlık altında incelenmektedir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve 21. yüzyıl eğitiminin bilgi edinme konusundaki en temel amacı, hazır bilgiyi almaktan ziyade var olan becerileri kullanarak bilgiye ulaşma becerisinin kazandırılmasıdır (Aydoğdu ve Ergin, 2012 s. 49). Halihazırda olan bilgiyi anlama ve yeni bilgi oluşturma olarak iki ögeye sahip olan fen eğitimi, bilginin doğasının anlaşılması ve yeni bilgi oluşturma süreçlerini kapsamaktadır. Fen eğitimi kapsadığı süreçlerden dolayı, bireylerin bilgiye ulaşma becerisini geliştirmesi noktasında önemli bir yere sahiptir (Ekim, 2018, s.11; Eymiroğlu, 2019, s.19; Tan ve Temiz, 2003, s.90).

Fen eğitimi ögelerinden olan yeni bilgi oluşturma sürecinde, bilgi edinme yollarından biri; bilimsel tutumlar diğeri ise bilimsel süreç becerileridir (Tan ve Temiz, 2003).

2.2. Bilimsel Süreç Becerileri

Literatürde bilimsel süreç becerilerine dair farklı araştırmacıların, farklı tanımlamalar yaptığı görülmektedir. Örneğin, Tan ve Temiz (2003) bilimsel süreç becerilerini; bilim insanlarının bir problem üzerine düşünürken, bilgiyi gruplandırırken kullandıkları temel beceriler olarak tanımlarken; Ostlund (1992) bilimsel süreç becerilerini, var olan bilgiyi anlamak, var olan bilgiden yeni bilgilere ulaşmak ve bilgiyi süreğen hale getirmek için kullanılan en kuvvetli ve zahmetsiz yol olarak tanımlamaktadır (Akt.Aydoğdu, 2014, s. 87). Osborne ve Fryberg (1985)' e göre ise dünya ile ilgili bilgi edinip bu bilgileri sistematik hale getirmek için kullanılan becerilerin tümü şeklinde tanımlanmaktadır (Akt.Aydoğdu, Tatar, Yıldız ve Buldur, 2012). Bu bağlamda bireyler bilimsel süreç becerileri sayesinde, hayatta karşı karşıya kaldıkları problemleri çözme kabiliyeti kazanır ve etraflarında olup biten olayları daha iyi anlayıp yorumlayabilirler (Kazani, 2005, akt. Aydoğdu vd., 2012).

Öte yandan, bu araştırma için önemli olan bilimsel süreç becerilerinin, fen dersinin işlenmesine dair tanımları incelendiğinde; Myers, Wasburn ve Dyer (2004) bilimsel süreç becerilerini fen dersinin yapı taşı olduğunu belirtmiştir. Çepni, Ayaz, Janson ve Turgut (1996) ise öğrencilerin, fen dersini kolay, aktif, yaparak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlayan bir beceri olduğuna vurgu yapmaktadır (Akt. Aydoğdu vd., 2012). Farklı bir

ifadeyle bilimsel süreç becerileri, bireyin araştırmasını sonuçlandırırken kullandığı ve fen bilimleri dersinin yapı taşlarından olan üst düzey bir düşünme becerisidir. Bu bağlamda bireye bu becerilerin kazandırılması fen bilimleri dersi açısından büyük önem taşımaktadır (Aydoğdu vd., 2012, s.294).

Bilimsel süreç becerileri sınıflandırılırken; temel ve üst düzey düşünme becerileri olarak iki grupta ele alınmıştır (Aydoğdu vd.,2012 s. 295). Temel beceriler ve üst düzey beceriler arasında birbirini tamamlayan bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Temel bilimsel süreç becerileri üst düzey bilimsel süreç becerilerinin temelini oluşturmaktadır (Myers, Wasburn ve Dyer, 2004 s, 76). Farklı bir ifadeyle üst düzey düşünme becerilerinin oluşması için temel becerilerinin gelişmesi bir zorunluluk olarak görülmektedir (Aydoğdu, 2009; Aydoğdu vd. 2012).

Öğrenciler temel becerileri okul öncesi dönemden, üst düzey becerileri ise ortaokuldan itibaren kazanmaya başlamaktadırlar. Öğrencilerin, öğretim kademesi yükseldikçe bilimsel süreç becerileri daha karmaşık ve daha derin bir hale gelmektedir (Çepni ve Çil, 2009). Temel ve üst düzey beceriler sıralı bir basamak halinde algılamayıp, bu becerileri bir düşünce şeklinin tamamı olarak görmek gerekmektedir (Ergin, Şahin Pekmez ve Öngel Erdal, 2005, akt. Aydoğdu vd.,2012). Temel ve üst düzey bilimsel süreç becerileri kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmış olup, Tablo 2.2'de Germann, Haskins ve Auls (1996)'a göre olan sınıflandırmaya yer verilmiştir.

Tablo 2.2 Germann, Haskins ve Auls (1996)'a Göre Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması (Akt.Aydoğdu ve Ergin, 2012, s.50; Kılıç, 2019, s.9)

Bilimsel Süreç Becerileri	
Temel Bilimsel Süreç Becerileri	Üst Düzey Bilimsel Süreç Becerileri
• Gözlem • Sınıflama • İletişim • Ölçme • Sayı Kullanımı • Çıkarım Yapma • Tahmin Etme	• Değişken Tespit Etme • Hipotez Kurma • Veri Yorumu Yapma • Tanımlama Yapma • Deney Yapma

Tablo 2.2 incelendiğinde temel bilimsel süreç becerilerinin; sınıflama, gözlem yapma, iletişim kurma, ölçüm yapma, uzay zaman ilişkisi kurma, sayıları kullanabilme, çıkarım yapma ve tahmin etme gibi becerilerden oluştuğu görülmektedir. Üst düzey bilimsel süreç becerilerinin değişkenleri tespit etme, hipotez kurma, veri yorumu yapma, tanımlama yapma ve deney yapma gibi beceriler olduğu görülmektedir.

2.2.1.Temel Bilimsel Süreç Becerileri

2.2.1.1.Gözlem

Martin (2003)' e göre gözlem, bilimsel araştırma yapmanın temelinde yer almaktadır (Akt. Kılıç, 2019). Akdeniz (2006)'e göre ise temel bilimsel süreç basamaklarından gözlem, en alt basamakta yer almakla beraber diğer bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Akt. Kılıç, 2019). Lederman (2013)'e göre gözlemlere doğrudan ulaşılabileceği gibi, görüş birliği sağlanan açıklayıcı ifadelerden faydalanarak da ulaşılabilmektedir (Akt. Kılıç, 2019). Öğrencilerden gördüklerini tasvir etmeleri istendiğinde gözlem becerilerindeki gelişmeler görülebilir. Ayrıca, öğrencilerden farklı iki nesnenin, farklı ve benzer yönlerini listelemeleri istendiğinde gözlem becerileri gelişebilir (Kılıç, 2019, s.10). Öğrencilerde bu becerilerin gelişmesi için, öğretmenlerin derslerde bu beceriye yönelik aktivitelere yer vermesi gerekmektedir (Anagün ve Yaşar, 2009). Tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımında, problemin keşfedilmesi ve tanımlanmasında gözlem becerisi önemli bir yere sahiptir (Bozkurt, 2014).

2.2.1.2.Sınıflama

Karmaşık halde bulunan nesneleri ya da bilgileri belirli özelliklere göre gruplandırılıp düzen aldırılması olarak tanımlanabilir (Kılıç, 2019, s.10).

2.2.1.3.İletişim

Ostlund (1992) bütün insanlık için gereklilik olan iletişimi, insanların duygu ve düşüncelerini birbirine, sözlü ya da yazılı olarak aktarma becerisi olarak tanımlanmaktadır (Akt. Aydoğdu, 2014). Aynı zamanda iletişim bilimsel araştırma ve bilim insanları içinde ayrıca önemlidir. Bilim insanları sözlü ya da yazılı iletişimin yanı sıra, tablo, grafik ve matematiksel ifadelerle de iletişim kurmaktadırlar (Aydoğdu vd., 2012). Kısacası, insanların birbirleriyle olan ilişkilerinde, soru sormalarında, açıklama yapmalarında, sözlü ya da yazılı olarak kendilerini karşı tarafa ifade etmekte kullandıkları beceriler iletişim becerisi olarak nitelendirilmektedir (Kılıç, 2019)

2.2.1.4.Ölçme

Tekin (1996)'e göre ölçme, nesnelerin, önceden belirlenmiş olan niteliğe sahip olup olmadıklarının gözlem yoluyla belirlenmesi, sonuçlarında sayılar ile ifade edilmesi olarak

tanımlanmaktadır (Akt. Kılıç, 2019). Akdeniz (2006) ise ölçmeyi basit bir ifadeyle, kıyaslama ve sayma işlemi şeklinde tanımlamıştır (Akt. Aydoğdu vd. 2012). Ölçme işlemi yapılırken gözlemin güvenilirliğini arttırmak adına ölçme araçları kullanılmalıdır (Kılıç, 2019).

2.2.1.5.Uzay Zaman İlişkisi Kurma

Uzay zaman ilişkisi kurma becerisi, üç boyutlu düşünmeye teşvik eden beceri olarak da ifade edilebilir. Abruscato (2004)'e göre ise var olan objelerin, uzayda kapladıkları alanlarının, yönlerinin, hareketlerinin, objelerin birbirine göre konumlarının, değişim oranlarının, simetrilerinin tanımlanmasını ve ayırt edilmesini sağlayan beceriler olarak ifade edilmektedir (Akt. Aydoğdu vd., 2012).

2.2.1.6.Sayıları Kullanma

Bilimsel süreç becerileri arasında olan sayıları kullanma, sayılar arasında ilişki kurarken ve formüller üzerinde matematiksel hesaplamalar yaparken uygulanmaktadır. Tan ve Temiz (2003)'e göre, fen öğretiminde sayıların kullanılması problemlerin çözümü adına önemli bir aşamadır. Problemlerin çözümü esnasında yapılan hesaplama ve sayma becerisi sayıların kullanımıyla yakın bir ilişki içindedir. Aynı zamanda sayıları kullanma becerisinin düzenleme ve sınıflama için de kullanıldığı bilinmektedir (Aydoğdu vd., 2012).

2.2.1.7.Çıkarım Yapma

Çepni (1996)'a göre, çıkarım yapma, gözlemler ve deneylerden yola çıkarak, öğrencilerin etrafta olup biten olayları yorumlama ve bir yargıya varma becerisidir (Akt.Tan ve Temiz, 2003). Abruscato (2000)'e göre çıkarım yapma, gözlemle elde edilen sonuçları ifade etmekte mantığın kullanılması becerisidir (Akt.Aydoğdu vd., 2012). Bu bağlamda çıkarım yapabilmek için tek ve en önemli kural mantıklı olmaktır. Martin (2003) çıkarım yapmayı, olayların niçin olduğu hakkında elde bulunan argümanlara dayalı olarak yorum yapabilme becerisi olarak ifade etmiştir (Akt. Kılıç, 2019).

2.2.1.8.Tahmin etme

Martin (2003)'e göre "Eğer ……olsa, ne olabilir?" sorusuna cevap arama becerisi olarak ifade edilmektedir (Akt. Kılıç, 2019). Tan ve Temiz (2003)'e göre tahmin etme, yapılan gözlemler ve eldeki veriler ışığında, gelecekteki olaylar hakkında yorum

yapabilme becerisidir. Tahmin eğer gözlemden yoksun bir şekilde yapılıyorsa, bu durum sadece bir yordama olarak ifade edilir. Yapılan tahminin doğru olması, yapılan gözlemler ve uygun ölçümler neticesinde ortaya konmaktadır (Aydoğdu, 2009). Tahmin, bilimsel araştırmada deneyden öncede olabileceği gibi deneyden sonrada yapılabilmektedir (Aydoğdu vd.,2012).

2.2.2.Üst Düzey Bilimsel Düşünme Becerileri

2.2.2.1.Problemi Belirleme

Ergin, Şahin Pekmez ve Öngel Erdal (2005) günlük hayatta karşılaşılan sorunların çözümü için, sorunun tespit edilmesi becerisi olarak tanımlamaktadır. Problemi belirleme becerisi öğrencilerin motivasyonunu arttırmayı, artan motivasyon sayesinde de başarının yakalanmasını sağlamaktadır (Akt. Aydoğdu vd. 2012).

2.2.2.2.Hipotez Kurma

Turgut, Baker, Cunningham, Piburn ve Cunningham (1997)'e göre karşılaşılan problemin olası çözümünün belirlenmesi becerisi olarak tanımlanmaktadır (Akt.Aydoğdu, 2014). Hipotez kurmada bir tahmin söz konusudur. Martin (2003)' e göre hipotez cümlesi iki değişken arasında var olan veya var olmayan ilişkiyi en iyi şekilde tahmin edebilme cümlesidir (Akt. Aydoğdu vd. 2012).

2.2.2.3.Verileri Kaydetme

Deney yapılırken elde edilen verilerin, herkes tarafından anlaşılıp yorumlayabileceği şekilde kaydedilmesi becerisidir. Bu beceri, verilerin kullanılmasında birtakım kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca verilerin kullanılması ve model oluşturma becerilerinin gelişmesi noktasında verileri kaydetme becerisi temel yapıtaşı olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Çepni vd., (1996)'ya göre tablo oluşturma, grafik çizme, not tutma, fotoğraf çekme, ses kaydı alma, deney raporu hazırlama gibi davranışlar verileri kaydetme becerisiyle ilgilidir (Akt. Tan ve Temiz, 2003).

2.2.2.4. Değişkenleri kontrol etme

Arthur (1993)'e göre değişkenleri kontrol etme; problemin çözümüne dair atılacak adımlara etki edebilecek bütün etkenlerin belirlenmesi olarak ifade edilmektedir (Akt. Aydoğdu vd. 2012). Bir başka tanımda ise, araştırma esnasında şartları kontrol altına alma becerisi olarak tanımlanmaktadır (Aydoğdu vd., 2012). Öğrenciler deneylerini yaparken, bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri bilerek doğru şekilde tayin edebilmelidirler (Saat, 2014). Ramig, Bailer ve Ramsey (1995)'e göre bağımsız değişken, deney yapılırken araştırmacı tarafından değiştirilen etkendir. Bağımlı değişken, bağımsız değişkenin değişmesi sonucu açığa çıkan etkendir. Yani bağımsız değişken bir neden iken bağımlı değişken bir sonuç olarak düşünülebilir. Deney esnasında sabit tutulan değiştirilmeyen değişken ise kontrol edilen değişkendir (Akt, Aydoğdu, 2014).

2.2.2.5. Deney yapma

Deney yapma, değişkenleri belirleme ve değişkenleri kontrol etme becerisi şeklinde ifade edilebilir. Temel ve üst düzey bilimsel süreç becerilerinden olan deney yapma, değişkenlerin tayin edilmesi ve sürecin kontrol edilmesini kapsamaktadır (Aydoğdu vd. 2012). Germann, Aram ve Burke (1996)' e göre deneyin uygun şekilde tasarlanabilmesi için yedi etkenin belirlenmesi gerekmektedir. Sözü edilen bu etkenleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Bağımsız değişkenin kurulması
- Bağımsız değişken nasıl etkilenmeli?
- Bağımlı değişken nasıl ölçülmeli?
- Kontrol değişkeni ne olmalı?
- Deney kaç defa tekrar edilmeli?
- Hipotezin test edilip edilmemesinin belirlenmesi (Akt. Aydoğdu 2014).

2.2.2.6.Verileri yorumlama

Verileri yorumlama süreci, yapılan bir gözleme anlam katılmasından, grafik ve tabloların açıklanmasına kadar ki süreci kapsamaktadır. Arthur (1993)'e göre verileri yorumlama, elde edilen verileri organize etme ve verileri analiz ederek ilişkiler kurabilme becerisi olarak tanımlanır (Akt. Tan ve Temiz, 2003).

2.3. Mühendislik Bilgisi ve Tasarım Süreci

Bireyde var olan bilimsel bilgilerin matematik, teknoloji, fen bilimleri, çevre bilimi ve yer bilimi gibi doğaya yönelik alanlarla bütünleşerek, bu bilimsel bilgilerin karşılaşılan problemin çözümünde kullanılması sonucunda ortaya konulan tasarımlar, mühendislik olarak ifade edilmektedir (Bayar, 2021). Mühendislik kavramının temelini, insanoğlunun barınma, beslenme ve hayatta kalabilmeye yönelik yapmış oldukları faaliyetler oluşturmaktadır (Alpaslan, 2011).

Mühendislik sonucunda ortaya konulan tasarımlar toplumda var olan ihtiyaçlara çözüm önerisi özelliği taşımaktadır (Kolodner, 2002). Mühendislik ile ortaya çıkan tasarımlar karşılaşılan problemlerin çözümünde, fikir sahibi olmaya imkân tanımaktadır. Aynı zamanda tasarım, mühendislik uygulamaları gerçekleştirilirken ortaya çıkabilecek eksiklerin giderilmesi konusunda da devreye girmektedir. Bu doğrultuda mühendislik becerisi, karşılaşılan problemin çözümüne yönelik bilimsel bilgiyi yerinde kullanma ve çözüm için ürün ortaya koyma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Yasak, 2017).

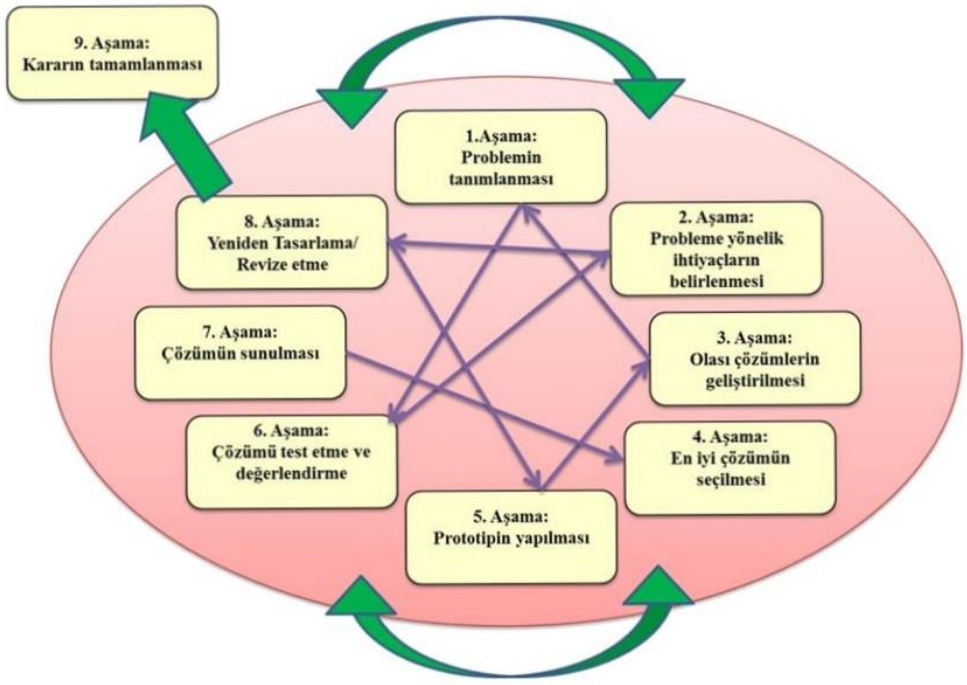
Mühendislik içeriğinde, pazarlama, plan yapma, iletişim kurma, ekonomi ve tasarım yapma gibi birden fazla alanı barındırmaktadır. Bu kadar alanı kendisinde barındırmasına rağmen mühendisliği temelinde tasarımın olduğunu söylenmektedir (Bayar, 2021). NRC (2012)'e göre mühendisliğin en önemli boyutu tasarımdır (Akt. Bayar, 2021; Yasak, 2017). Özçep, (2007)'e göre mühendislik alanında tasarım olarak ifade edilen unsur, küçük bir makine parçası olabileceği gibi köprü, bina, okul gibi büyük tasarımları da olabilir (Akt.Bayar, 2021). NAE (2010)'a göre mühendislik, önceden belirlenmiş olan kriter ve sınırlılıklar ışığında yürütülen planlı tasarım yapma sürecidir (Akt. Bayar, 2021). Wendell (2008) tasarımın birçok disiplin ve faaliyetle yan yana ve iç içe kullanıldığını belirtmiştir ve tasarımla yan yana kullanılan faaliyetlerden bir tanesin de üretim olduğunu söylemiştir (Akt. Bayar, 2021).

Bir probleme çözüm üretebilmek için mühendislik ve tasarım birbirinden ayrılmadan birlikte bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Bu süreç, fen, matematik, teknoloji mühendislik bilimi alanlarını toplayıcı bir özelliğe sahip olmakla beraber birtakım aşamalardan oluşmaktadır (Yasak, 2017). Problemin tanımlanmasıyla başlayan süreçte, ilk olarak var olan problem ayrıntılı olarak tasvir edilir, kriter ve sınırlılıklar oluşturulup uygun çözüm önerileri belirlenir ve problemin çözümüne yönelik bir tasarım ortaya konur**.** Aynı zamanda bu süreçte problemin çözümünün belirlenmesi için, beyin fırtınası, tartışma gibi yöntemlerden yararlanılır. Seçilen en uygun çözümün beraberinde, küçük, ön hazırlık olan

tasarımlar yani prototipler geliştirilip test edilir ve değerlendirilmesi yapılır (Bayar, 2021). Bahsedilen eylemler incelendiğinde mühendislik tasarım sürecinde, problemi belirleme, probleme yönelik araştırma yapma, olası çözümleri geliştirme ve seçme, prototip oluşturma, test etme ve sunma gibi aşamalar sırasıyla yer almaktadır (Marulcu, 2010).

Mühendislik ve tasarım becerileri, karşılaştığımız günlük problemlerin ya da kazanımlara yönelik tasarlanmış problemlerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin etkileşimiyle yorumlanmasıdır. Mühendislik ve tasarım beceriler, bilimsel bilgilerin ve gerekli becerilerin kullanımıyla, problemin çözümüne ve çağa uygun yenilikçi ürünler tasarlama süreçlerini kapsamaktadır (MEB, 2018). Bu bağlamda mühendislik ve tasarımda, önemli olanın yalnızca ürün tasarlamak olmadığı, öğrenciler için problemi belirleme, araştırma sorgulama, analiz etme, test etme, değerlendirme ve iletişim becerilerin de gelişimini sağlayacak bir süreç olduğu söylenebilir.

Hyness, Portsmore, Dare, Milto, Rogers, Hammer & Carberry (2011) mühendislik ve tasarımı sürecinin nasıl ilerleyeceği ile ilgili sürecin aşamalarını tanımlamış ve mühnedislik tasarım sürecini fen ve matematik disiplinlerinin uygulama alanı olarak görmüştür. Hyness vd. (2011) tarafından tasarlanan ve Bozkurt (2014) tarafından Türkçe'ye uyarlanan mühendislik tasarım sürecinin şematik gösterimi Şekil 2.1'de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci (Bozkurt, 2014, s.39).

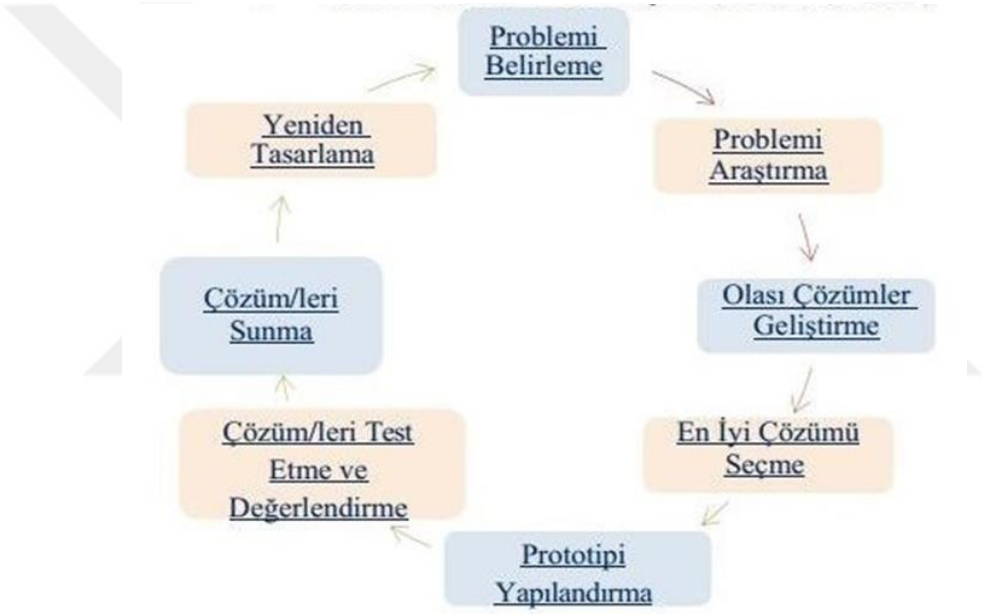
Şekil 2.1'de Hynes vd. (2011) tarafından geliştirilen ve dokuz basamaktan oluşan mühendislik tasarım süreci görülmektedir. Şekil incelediğinde, mühendislik tasarım sürecinin aşamalarının tek yönlü ve sıralı bir şekilde işlemediği görülmektedir. Okların yönünü takip ederek hangi aşamadan hangi aşamaya atlanacağı tespit edilebilir. Örneğin, beşinci aşamada, prototipini yapan bir kişi, "çözümlerin test edilmesi ile farkına vardığı zayıf yönleri görererek" "problem ya da ihtiyaçların belirlenmesi" aşamasına geri dönüş yapabilir. Tasarım süreic aşamaları yan başlıklar halinde incelenmesinin konunun daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Problemin belirlenip tanımlanması: Öğrenciler karşılaştıkları problemleri, sorunlar, ihtiyaçları tespit ederler. Problemin, açık uçlu, gerçek yaşama ait, birden fazla çözümü olan özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu aşamada problem için gerekli olan kriterler ve kısıtlamalar belirlenir.

- **Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi:** Bu aşamada öğrenciler, belirlenen problem hakkında araştırma yapmaktadırlar.
- **Olası çözümlerin geliştirilmesi:** Problemin belirlenip gerekli araştırmaların yapılmasının ardından, problemin çözümüne yönelik birden fazla öneri ve fikir üretilir. Fikir üretmek, grup çalışması olarak gerçekleştirilmektedir. Çözüm önerileri, fikirler, üretilirken aynı zamanda iki boyutlu çizimler yapmakta önemlidir.
- **En iyi çözümü seçilmesi:** Öğrenciler bireysel olarak, problemin çözümlenmesi için uygun gördükleri çözüm önerilerini belirlerler. Sonrasında grup arkadaşlarıyla bir araya gelmek suretiyle en iyi olan çözüm yolunu seçerler.
- **Prototipin yapılması:** Öğrenciler seçtikleri çözüm önerisine en uygun olan modeli hazırlarlar. Bu aşamada prototipin çözüm gibi görülmesinden ziyade, prototipin incelenerek varsa hataların belirlenmesi ve bu hataların düzeltilmesi önemlidir.
- **Çözümü test etmek ve değerlendirmek:** Çözüm için yeterli olup olmadığının analiz edilmesi adına, başta belirlenmiş olan kriterlere ve sınırlılıklara uygun olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Tasarım bitmemiş olsa dahi, bu aşamada, öğrenciler ölçüt olarak sınırlılıkları ve kriterleri kabul eder ve değerlendirme yaparlar.
- **Çözümlerin sunulması:** Bu aşamada ortaya çıkarılan ürünle ilgili dönüt almak ve pazarlanması amacı ile başkalarıyla paylaşılır. Ürünlerin sunulmasında, açık, anlaşılır bir dil kullanılmalıdır. Sunum sonrasında alınacak olan dönütler ürünlerin kalitesinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

- **Yeniden tasarlama-revize etme:** Bu aşamada öğrenciler ürünü en başta belirlenen kriterlere uyana kadar yeniden tasarlayabilirler.
- **Kararın tamamlanması:** Tasarlanan ürünün bazı testlerden geçirilerek, ürün hakkında kesin bir karara varılmasıdır.

Mühendislik tasarım süreciyle ilgili yalnızca araştırmacılar değil, mühendislik ve bilimle iç içe olan kurumlar da bu sürecin yürütülmesine yönelik aşama taslakları hazırlamaktadırlar. Uzay çalışmalarında faaliyet gösteren NASA bünyesinde bulunan mühendislerin oluşturduğu mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin mühendislik alanıyla tanışması ve problemleri bir mühendis gibi çözmelerine yardımcı olmaktadır (Uzel, 2019). NASA mühendisleri tarafından oluşturulan mühendislik tasarım süreci Şekil 2.2'de sunulmuştur.



Şekil 2.2 NASA Mühendislik Tasarım Döngüsü (Uzel, 2019, s.19)

Şekil 2.2'de sunulan NASA mühendislik döngüsüne bakıldığında, mühendislik tasarım süreci uygulanması için aşamaların ardı ardına sıralanmış döngüsel bir yapısı görülmektedir. Şeklin böyle tasarlanmış olması, sürecin birbirini takip eden aşamalardan oluştuğu gibi bir yanılgıya yol açmamalıdır. Nitekim bir döngü halinde ve hareketli olan mühendislik tasarım süreci, aşamalarda yapılması gereken görevler yapıldıktan sonra, eğer varsa ters giden durumların düzeltilmesi için aşamalar arasında hareket halindendir. Bu duruma örnek Şekil 2.1'de sunulan Hynes vd. (2011)'ın mühendislik tasarım sürecine yönelik tasarladığı şekilde ayrıntılı olarak verilmiştir. NASA mühendislik tasarım sürecinin MEB'ın 7. sınıf kitabının fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları bölümünde yer alan tasarım süreci döngüsüne benzerliğinden dolayı, süreçte yer alan

aşamalara yönelik görevler ve açıklamaların yapılmasının, bu süreci kullanmak isteyen öğretmenlere fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Sözü edilen bu aşamalar aşağıda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1.Problemi belirleme

Sürecin ilk basamağı olan bu aşamada, öğretmen verdiği örnek olayı, öğrencilerin incelemelerini ve örnek olayda yer alan problemi belirlemelerini ister (Hynes vd., 2011). Problemin çözümü olabilecek ürüne yönelik kriterlerin ve sınırlılıkların belirlendiği aşamadır (Bozkurt, 2014). Brunsell (2012), mühendislik tasarım sürecinde kriterler ve sınırlılıkların belirlenmesinin problemin sağlıklı bir şekilde anlaşılması açısından oldukça önemli olduğunu vurgulamıştır (Bozkurt, 2014). Kriter; tasarımı yapılacak olan ürünün başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için gereken özelliklerdir (Fortus vd., 2004). Maliyet, estetik, dayanıklılık, ekonomiklik vb. özellikler kritere örnek olarak verilebilir (Uzel, 2019). Sınırlılık; tasarımı yapılacak olan ürünün başarılı bir şekilde gerçekleşmesinin önünde yer alan tüm engelledir (Fortus vd., 2004). Maliyet, ahlaki değerler, sosyal yapı vb. gibi durumlar sınırlılık için örnek verilebilir (Uzel, 2019).

2.Problemi araştırma

Mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenmesinin ardından gelen bu aşamada, öğrencilerden, problemin çözümünde akıllarına gelen ilk çözümün, çözüm olmadığının farkında olmaları, problemle ilgili neler bildiklerini hatırlamaları ve neler bilmeleri gerektikleri hakkında araştırma yapmaları istenir (Wendell vd., 2010; Hynes vd., 2011). Öğrenciler araştırma yaparken, benzer problemlerin çözümünde kullanılan bir tasarımın olup olmadığını göz önüne almalıdırlar.

3.Olası çözümler geliştirilme

Günlük hayatta karşılaştığımız problemlerin komplike bir yapıda olduğu söz edilebilir. Bu durum problemlerin çözümünde tek bir doğru çözüm yerine, birden fazla doğru çözümün olabileceğine işaret etmektedir. Brunsell (2012) problemlerin çözümünde birden fazla doğru çözümün olduğunu belirtmiştir. Bu aşamada öğrencilerden, grup çalışması yapmaları, fikirlerini paylaşabilecekleri beyin fırtınası, tartışma, gibi yöntemlerden faydalanarak birden fazla çözüme yönelik öneri üretmeleri beklenmektedir (Wendell vd., 2010). Bu aşamada orijinal fikirlerin geliştirilmesi yönünden grup çalışması büyük önem

taşımaktadır. Ayrıca bu aşamada öğrencilerin, beyin fırtınası sonucunda ortaya çıkan fikirlerini yazarak ve çizim yaparak not almaları süreç açısından çok önemlidir (Bozkurt, 2014).

4.En iyi çözümü seçme

Problemin çözümü için belirlenen birden çok çözüm önerisi içinden, kriter ve sınırlılıklar dikkate alınarak kriterleri en iyi karşılayan önerinin seçileceği aşamadır (Hynes vd., 2011). Bu aşamayı NRC (2012) tasarım çözümlerinin optimizasyonu olarak nitelendirmektedir. Optimizasyon kelimesi anlam olarak en iyi sonucu bulma sürecidir (Akt. Aksoy, 2021). Dolayısıyla bu süreci bir nevi bir karar verme süreci olarak değerlendirmek mümkündür (Ercan ve Bozkurt, 2013).

5.Prototipi yapılandırma

Problemin çözümüne yönelik yapılacak tasarımın görsel olarak ayrıntılandırılması için prototipinin yapıldığı aşamadır. Bu aşama teoride yapılanların uygulamaya dökülmüş halidir ve bu yönüyle tasarımın geliştirilmesi için çok önemlidir (Uzel, 2019).

6.Çözümleri test etme ve değerlendirme

Bu aşamada çözümler, yapılan prototip yardımıyla, kriter ve sınırlılıklar dikkate alınarak test edilir (Uzel, 2019). NRC (2012) bu basamağın problemin çözümününe, hizmet edip etmediğini belirlemek ve amaca hizmet etmeme durumunda gerekli düzeltmelerin yapılması açısından çok önemli olduğunu vurgulamıştır (Akt. Uzel, 2019).

7.Çözümleri sunma

Bu aşamada problemin çözümüne yönelik olan tasarım sınıfta bulunan diğer kişilerle veya diğer grup arkadaşlarıyla paylaşılır (Uzel, 2019). Bu aşamada, belirlenen kriter ve sınırlılıklar çerçevesinde, problemler tartışılarak uygunluğu değerlendirilir. Hynes vd., (2011), tasarımla ilgili ayrıntılı bilgiye sahip olmak için aşama aşama yapılan tüm uygulamaların ve tasarımı test ederken elde edilen verilerin rapor haline getirilmesinin çözümün sunumunda önemli olduğunu ifade etmektedir.

8. Yeniden tasarlama

Mühendislik tasarım sürecinin son aşaması olan yeniden tasarlama aşamasında çözümün test edilmesi, değerlendirilmesi ve sunulması sırasında elde edilen dönütler dahilinde tasarımın güncellenmesi söz konusudur. Eğer bu aşamada söz konusu bir iyileştirme, güncelleme yapılacaksa problemin araştırılması ve prototipin yapılandırması basamakları arasında bir etkileşim meydana gelir (Uzel, 2019). Kısacası tasarım üzerinde iyileştirmelerin yapıldığı kısım olarak ifade edilmektedir (Hynes vd., 2011).

NAE ve NRC (2009)'dan elde edilen bilgiler fen eğitimi esnasında mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasını gereklilik olarak görmektedir (Akt.Yasak, 2017). 2018 fen öğretim programına; mühendislik ve girişimcilik becerilerinin dahil edilmesi ve ders kitaplarında mühendislik tasarım sürecine yer verilmesi bu gerekliliğin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Fen eğitiminde bu gerekliliğin giderilebilmesi adına mühendislik tasarımının kullanılabilmesi için literatürde çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır (Leonard, 2004; Marulcu, 2010; Mehalik, vd., 2008; Wendell, 2008). Literatürde bu yaklaşımlara yer veren araştırmacılar Tablo 2.3'te sunulmuştur.

Tablo 2.3 Mühendislik Tasarımının Fen Derslerinde Kullanımı ile İlgili Yaklaşımlar ve Yaklaşımı Savunan Araştırmacılar (Yasak,2017, s.27-28)

Yaklaşımlar	Yaklaşıma Değinen Araştırmacılar
Tasarımlar Yoluyla Öğrenme Tasarım Temelli Modelleme Çocuklar İçin Mühendislik	Marulcu (2010)
Mühendislikte Rekabet Tasarım Teknoloji ve Fen Tasarımlar Yoluyla Öğrenme Tasarım Temelli Fen Yaklaşımları	Leonard (2004)
Tasarımlar Yoluyla Öğrenme	Mehalik, vd. (2008)
Tasarım Temelli Modelleme Çocuklar İçin Mühendislik Mühendislikte Rekabet Proje Tabanlı Fen Tasarımlar Yoluyla Öğrenme	Wendell (2008)

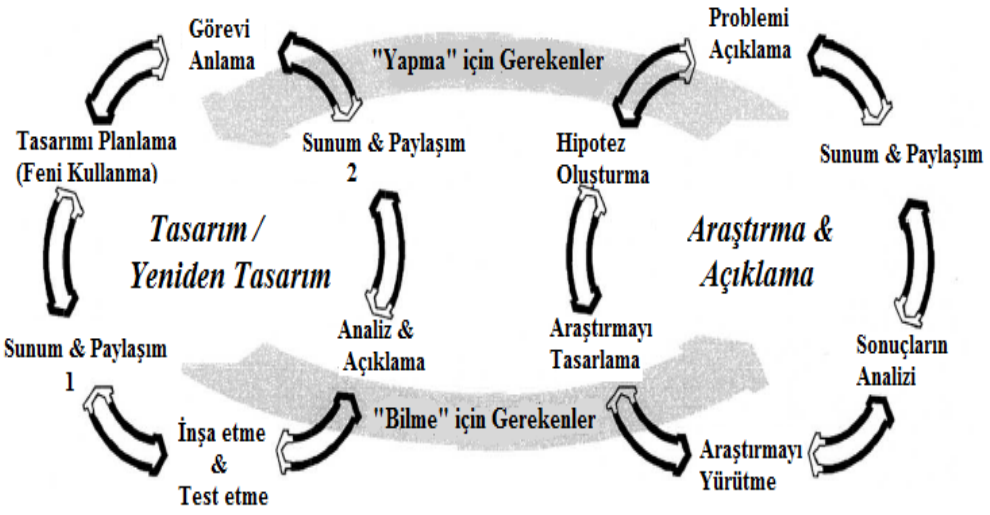
Wendell (2008), Tablo 2.3' te bahsedilen mühendislik tasarım yaklaşımlarını, literatürde tek bir çatı altında toplayarak "Tasarım temelli fen eğitimi" olarak ifade etmiştir.

2.4. Tasarım Temelli Fen Eğitimi

Fen bilimleri dersinde öğrencilere, mühendislerin bir ürün oluştururken kullandıkları sürecin, dersin kazanımlarına uygun hale getirilerek kullandırılmasıdır. Wendell, (2008)' e göre öğrencilerin bilimsel araştırma, sorgulama yaptıkları uygulamalı bir eğitim yaklaşımıdır. (Akt. Kılıç, 2019). Bu yaklaşımla öğrenciler günlük hayat problemlerini fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir arada kullanmak suretiyle çözüm üretmeye çalışmaktadırlar. Barnett, Connolly, Jarvin, Marulcu, Rogers, Wendell & Wright (2008)'e göre belirtilen problemlerin çözümünde; belirli aşamalardan geçerek uygulanan tasarım temelli fen eğitiminde bu aşamaların mühendislerin kullandıkları aşamaları referans alınarak belirlenmesi, fen eğitiminde mühendislik disiplinin etkin olarak kullanıldığının göstergesidir (Akt. Kılıç, 2019).

Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde günlük hayattan problemler seçilirken dersin kazanımlarıyla ve mühendislik konularıyla uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Leonard ve Derry (2011)'e göre problemin fen ve mühendislik konularına uyumlu seçilmesi sonucunda, derse olan motivasyon ve derste işlenen kazanımların kalıcılıkları artacaktır. (Akt. Ercan ve Şahin, 2015). Ayrıca problemin çözümü için plan yapılırken, öğrencilerin süreç boyunca etkin olabilecekleri ve işbirliği içerisinde olmalarını sağlayabilecek bir plan yapılmalıdır (Crismond, 2001).

Tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımı için literatürde farklı araştırmacılar tarafından yapılan farklı modellemeler bulunmaktadır. Örneğin Kolodner, Camp, Crismond, Fasse, Gray &Holbrook (2003) tasarım temelli fen eğitimi sürecini "Tasarım/Yeniden Tasarım" ve "Araştırma ve Açıklama" olmak üzere birbiriyle ilişkili olan iki döngüde ele almıştır. Bu modelleme Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3.Tasarım Temelli Fen Eğitimi Süreci (Kolodner vd., 2003, s, 511 akt. Ercan, 2014 s, 36)

Kolodner vd., (2003) tarafından önerilen, tasarım temelli fen eğimi süreci aşamaları şu şekildedir:

1. Tasarım görevinin anlaşılması,

2. Anlaşılan probleme yönelik kriterlerin belirlenmesi

3. Problemin çözümüne yönelik konunun anlaşılması için gerekli araştırmaların yapılması.

4.Yapılan çalışmaların ve araştırmaların yanı sıra tasarımın planlama sürecine hazırlığın yapılması.

5.Hazırlanan tasarımların çizimlerinin, sunumlarının yapılması ve öğrencilerin sınıf arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulması

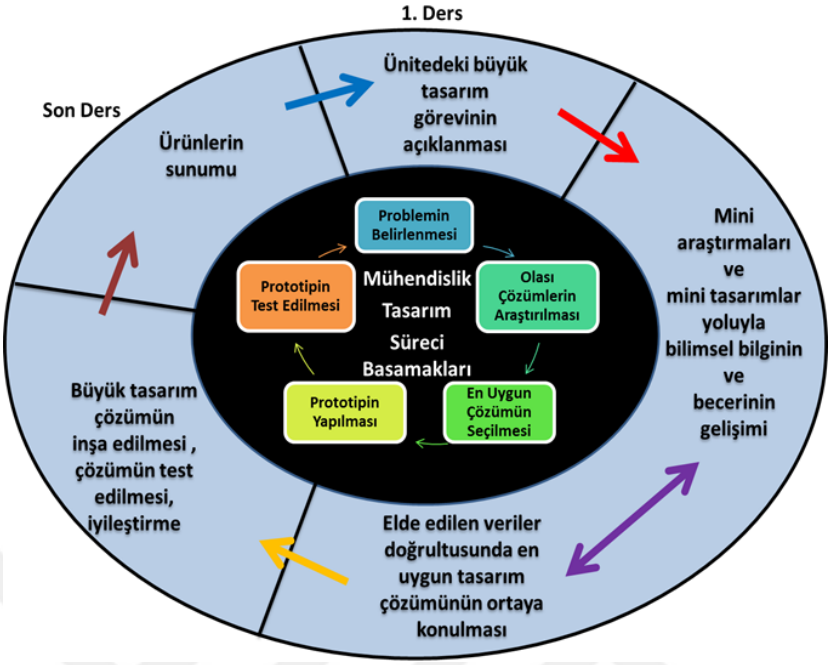
6.Yapılan araştırmalar, çizimler dahilinde, tasarımların inşa edilmesi

7.İnşa edilen tasarımların test edilmesi

8.Test etme sonucunda sorun olmayan tasarımların öğrencilerin fen prensiplerini dikkate alarak analiz ve açıklamalarının yapılması.

Tasarım temelli fen eğitimi süreci aşamalarını bir model üzerinde göstermek için, Wendel, Connolly, Wright, Jarvin, Rogers, Barnett & Marulcu (2010) tarafından bir model hazırlanmıştır. Modelin merkezinde mühendislik tasarım süreci basamakları yer alır. TTFE yaklaşımını fen derslerine uygularken izlenilmesi gereken aşamalar ise merkez etrafında yer

alır. Modelin Türkçe'ye uyarlanması Ercan (2014) tarafından yapılmıştır. Model Şekil 2.4'de sunulmuştur.



Şekil 2.4.Tasarım Temelli Fen Eğitimi Süreci (Ercan, 2014 s.40; Wendell vd., 2010)

Bu modelin merkezinde, mühendislerin çalışırken izledikleri basamaklar yer alırken, merkezin etrafında ise bu basamakların fen dersine nasıl entegre edileceği yer almaktadır. Fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım sürecinin kullanılması, büyük tasarım görevinin öğretmen tarafından açıklanması ile başlar. Öğrenciler büyük tasarım görevini anlamak, yorumlamak için, mini araştırmalar ve mini tasarımlar yapar. Ardından öğrenciler yapılan mini tasarım ve araştırmalarından elde ettikleri veriler doğrultusunda problemin çözümü için en uygun tasarım çözümünü ortaya koyar. Büyük tasarım için çözüm önerisi tespit edildikten sonra büyük tasarımın inşa edilmesi aşamasına geçilir. Ortaya konan tasarımı değerlendirmek için tasarıma birtakım testler uygulanır. Ardından son aşama olan sunum aşamasına geçilir.

Tasarım temelli fen eğitiminde kullanılan tasarım süreci basamakları ile ilgili alan yazında farklı açıklamalara rastlanılmaktadır. Ercan (2014) literatürde yer alan çalışmaların benzer süreçlerden bahsettiğini vurgulamıştır. Bayar (2021), Wendell vd. (2010) tarafından önerilen sürecin ilkokul ve ortaokul kademesindeki öğrencilerin seviyelerine uygun olduğunu vurgulamıştır. Bundan dolayı Wendell vd. (2010)'un önermiş olduğu tasarım süreci basamakları ile ilgili detaylı bilgi sunulmasının yararlı olacağı düşünülmüştür.

1. Büyük tasarım görevinin açıklanması

Tasarım temelli fen eğitimi şemasının merkezindeki mühendislik tasarım sürecinin, problemin tespit edilmesi aşamasına denk olan aşamadır. Tasarım temelli fen eğitimi ile gerçekleştirilen bir fen dersinin ilk dersinde büyük tasarım görevi, öğretmen tarafından açıklanır. Öğrenciye verilen tasarım görevi, Marulcu (2010)'a göre öğrencilerin motivasyonu arttırmaktadır.

Öğrencilerden kendilerine verilen tasarım görevinde yer alan problemi her yönüyle incelemeleri istenir (Heynes vd., 2011). Probleme yönelik kriter ve sınırlılıklar belirlenir (Fortus vd. 2004). Öğretmen bu aşamada rehber konumunda yer alırken öğrenciler de sorumluluklarını yerine getirmeye çalışırlar.

Bu aşamada verilen tasarım görevinin sahip olması gereken bazı özellikler vardır. Sözü edilen bu özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Tasarıma başlamadan önce tespit edilecek olan problem, merak uyandırıcı olurken, aynı zamanda seçilen konuda tasarım uygulamasına imkân tanımalıdır.
- Tasarım görevi, öğrencilerin seviyesine uygun olmalıdır.
- Tasarım için kullanılacak olan malzemeler kolay ulaşılabilir olmalı.
- Öğrenme ortamı işbirlikçi öğrenmeye yönelik olmalıdır.
- Öğrencilerin fikirlerini tartışabilecekleri ortamlar hazırlanmalıdır.
- Tespit edilen problem durumunun birden fazla çözüm yolu olmalıdır.
- Alternatif düşünmeyi geliştirmelidir.
- Öğrencilerin olayları incelemeleri sırasında büyük resmi görebilmeleri sağlanmalıdır.
- Tasarım probleminin tanımlanmasından sonra geçici çözüm yollarının sunumuna izin vermelidir (Bayar, 2021; Bozkurt 2014; Ercan ve Şahin, 2015).

2. Muhtemel Çözümlerin Araştırılması

Bu aşamada öğrencilerden, problemin çözümüne yönelik düşünmeleri ve kendilerinde var olan bilgi şemalarıyla birlikte yeni edindiği bilgileri yapılandırmaları ve çözüme yönelik bilgi sahibi olmaları beklenmektedir (Hynes vd., 2011). Böylelikle

problemin çözümüne ve konusuna yönelik kavramsal çerçeve zihinlerinde şemalar aracılığıyla gelişmeye başlar (Bayar, 2021). Ayrıca öğrencilerden problemin çözümüne yönelik beyin fırtınası yapmaları, araştırıp sorgulayarak birden çok çözüm yolu bulmaları istenir (Brunsell, 2012). Birden çok fikrin ortaya çıkması amacıyla grup çalışması yapılması bu aşamada çok önemlidir (Bozkurt, 2014). Öğrencileri küçük gruplara ayırarak beyin fırtınası için rekabetten uzak olacak şekilde bir tartışma ortamının oluşturulması sürecin etkililiği açısından önemlidir. Öğrencilerin fikirlerini doğru yanlış olarak değerlendirmeden fikirlerini özgürce ifade etmeleri için öğrencileri yönlendirmek gerekmektedir (Brunsell, 2012). Öğrencilerin bu aşamada elde ettikleri fikirleri not almaları sürecin kolay ve sağlıklı ilerlemesi açısından önemlidir.

3. Uygun Çözümlerin Seçilmesi

Karşılaşılan problemin çözümüne cevap ararken birden fazla çözüm seçeneğiyle karşılaşmak muhtemeldir. Problemin çözümünde alternatiflerin kendi aralarında değerlendirildiği ve en iyisinin seçildiği bu aşama, süreç içerisinde oldukça önemlidir (Bayar, 2021). Çözüm yolları belirlenirken bireylerin birbirleri ile etkin iletişim halinde olabilecekleri, fikir alışverişi yapabilecekleri, aynı zamanda kendi fikirlerini savunabilecekleri ortamların hazırlanması gerekmektedir. Öğrencilerin kendi akranlarıyla birlikte problemin çözümüne giden yolda durum değerlendirmesi yapması ve probleme yönelik en uygun çözümü üretmesi oldukça önemlidir (Bayar, 2021; Wendell vd., 2010).

Silk ve Schunn (2008)'e göre problemin tanımlanıp, sınırlılıkların belirlendiği bir durumda öğrenci en işlevsel, en pratik ve en ekonomik çözüm yolunu seçmek için birden fazla çözüm yolu üretmektedir (Akt. Bayar, 2021). NRC (2012)'e göre öğrencilerin ürettikleri bu çözüm yollarından en uygun olanı seçmeleri için, öğrencilerin karar verme mekanizmalarını çalıştırmaları ve ilerletmesi gerekmektedir (Akt. Bayar, 2021).

Bu aşamada öğretmenin en temel görevleri arasında, öğrencilerin çözüme yönelik karar vermeleriyle ilgili matrisi sunup, etkili iletişim kurabilecekleri şekilde bir çalışma ortamını sağlamak, öğrencilere ve sürece rehberlik etmek yer almaktadır (Bayar, 2021). Öğrenciler ise; öğretmenleri tarafından kendileri için hazırlanan bu ortamda, daha önceden belirlenmiş olan kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda öğretmenin verdiği karar matrisini akranlarıyla değerlendirerek problemin çözümüne en uygun yolu seçmeye gayret göstermektedirler (Bayar, 2021).

4. Prototipin Yapılması

Hynes vd., (2011)'e göre prototip; ele alınan problemle ilgili çözümlerin somut şekilde sonuç bulmuş halidir ve prototipler minyatür tasarılardır. Mühendisler prototipler sayesinde problemin çözümüne uygun olan öneriyi bir adım daha ileriye götürür ve çözüm önerilerini görsel hale getirmiş olurlar (Ercan, 2014). Tasarım temelli fen eğitiminde prototip, problem durumuyla ilgili seçilen çözüm önerilerinin, belirlenen kriter ve sınırlılıklara uygun olup olmadığıyla ilgili daha net mesajlar vermektedir (Brunsell, 2012).

Öğretmen bu aşamada, tasarım geliştirme esnasında gerekli güvenlik tedbirlerini alır ve öğrencilere geri bildirimler vererek rehberlik eder. Öğrenciler ellerinde bulunan çizimler doğrultusunda prototiplerini yapılandırırlar.

5.Prototipin Test Edilmesi ve Sunulması

Prototipin test edilmesi ve sunulması aşaması, asıl tasarımın yapılmadan önce yapılan tasarımın test edildiği aşamadır. Bu aşamada prototip öğrenciler tarafından objektif, bir şekilde olumlu, olumsuz yönleriyle beraber geniş çaplı olarak ele alınarak eleştirilir. Prototipin istenilen amaca hizmet edip etmediğine bakılarak, gerekli görülmesi durumunda düzeltmeler yapılabilir. Bayar (2021)'e göre öğrencilerin kendi yaptıkları prototiplere objektif bir bakış açısıyla bakması kişisel gelişimlerini desteklemektedir.

Bu aşamada öğrencilerin eleştirel düşünme, kendini ifade edebilme gibi üst düzey düşünme becerileri de gelişmektedir (Ercan, 2014). Öğretmen, öğrencilerin fikirlerini özgürce savunabilecekleri ve sunumlarını rahatça yapabilecekleri bir sınıf ortamı hazırlar (Brunsell, 2012).

Sunumların bitmesinin ardından, öğrencilere sunumu, tasarım süreci ve tasarımını değerlendirilmesini kendinin yapmasına (öz değerlendirme) imkânı verilir. Bu fırsatı elde eden ve sağlıklı bir şekilde kullanan öğrenci kendisinin süreç, tasarım ve sunum ile ilgili olumlu ve olumsuz taraflarının farkına varır (Brunsell, 2012). Aynı zamanda diğer gruplarda bulunan öğrencilerde sunum yapan grubun, sunumunu, tasarımını değerlendirmeye alarak yapıcı eleştirilerde bulunurlar.

Oluşturulan tartışma ortamında öğrenci kendisine yapılan eleştirileri kendi içinde içselleştirir ve geri bildirimleri kaydederek tasarım için gerekli önlemleri alır. Böylelikle öğrenci prototipinde gerekli düzeltmeleri yapma fırsatı bulur (Bayar, 2021). Alınan dönütler

sonucunda prototipin amaca hizmet etmediği fark edildiği durumda, alternatif çözüm yollarının belirlendiği basamağa geri dönülür ve süreç yeniden başlatılır.

2.5 İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, yurt içinde ve yurt dışında TTFE konulu yapılan bazı çalışmalara dair incelemelere yer verilecektir.

2.5.1. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Capobianco (2011) tarafından yürütülen çalışmada, beşinci sınıf fen bilgisi öğretmenlerinin, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımını fen dersine entegre etme konusundaki deneyimlerini, süreçte yaşadığı belirsizlikleri, sorunları ve karmaşaları belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, araştırmacı, eylem araştırması yöntemlerinden, işbirlikçi eylem araştırmasını kullanmıştır. Bu yöntemin kullanıldığı çalışmada veriler, görüşmeler, gözlemler yapılarak ve öğrenci notları incelenerek toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; araştırmacı fen bilimleri dersinin mühendislik tasarımı yolu ile öğretilmesinin zorlu olduğunu olumsuz bir görüş olarak belirlemiştir.

Doppelt, Mehalik, Schunn & Krysinski (2008) tarafından yürütülen çalışma, tasarım temelli fen eğitim yaklaşımı ile 8.sınıfa devam eden 38 öğrencinin elektrik konusundaki gelişimlerini incelemeyi amaçlayan bir durum çalışmasıdır. 38 öğrenci akademik başarısı yüksek olanlar ve düşük olanlar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, ön-son test olacak şekilde bilgi testi, öğretmen ve akran değerlendirmesi yapılması için görüşme soruları ve öğrenci portfolyosu kullanılmıştır. Yapılan bilgi testinin sonucunda her iki grupta da akademik başarısının arttığı gözlemlenmiştir.

Fortus vd., (2004) tarafından yürütülen çalışma, tasarım temelli fen eğitiminin tanımlanması, araştırmacılar tarafından geliştirilen üç tasarım temelli problemle beraber öğrencilerin fen bilimlerine yönelik bilgi seviyelerinde ki değişimlerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu araştırma kapsamında geliştirilen tasarım görevleri; "zor ortamlar için bir yapı nasıl tasarlanır?", "Çevre için daha iyi bir pil nasıl tasarlanır?", "Kullanımı güvenli bir cep telefonu nasıl tasarlanır?" şeklindedir. Bu tasarım görevlerini gerçekleştirmesi için dokuzuncu ve onuncu sınıf öğrencilerinden olmak üzere toplamda 92 öğrenci, tasarım temelli fen eğitimi uygulamasına dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin; bahsedilen üç tasarım görevininde çözülmesi için fen ile ilgili bilgilere hâkim oldukları ve uygulama ile bilgi seviyelerini geliştirdikleri görülmüştür. Bu çalışma ile tasarım temelli fen

eğitiminin fen öğretimi programına dahil edilmesi gerektiği vurgulanarak bu doğrultuda önerilere yer verilmiştir.

Kolodner vd., (2003) tarafından yürütülen çalışmada öğrencilerden, hareket halindeki araçlar ünitesinde yer alan tasarım temelli fen eğitimi uygulaması aşamalarını kullanarak, 5 ve 10 cm yüksekliği geçebilen bir prototip araç tasarlamaları istenmiştir. Öğrenciler verilen bu göreve ulaşmak için küçük tasarımlar ve araştırmalar yaparak, Newton'un Hareket Yasası'nı, kendi çabaları, araştırmaları ile öğrenmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin fen dersine karşı olan motivasyonları artarken, bireysel, aktif bir öğrenmenin gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Büyük tasarımın gerçekleşmesi amacıyla öğrenciler, kaygan zemin ve rampaya uygun oyuncak araba, kızaklı araba, lastik bant ile çalışan araba tasarlamışlardır.

Roth (2001) çalışmasında, mühendislik tasarım sürecini kullanarak, 6.sınıfta 10 ve yedinci sınıfta olan 16 öğrenci olmak üzere toplamda 26 öğrenci ile basit makineler konusunda deneysel çalışma yapmıştır. Araştırmacı çalışmasında veri toplama aracı olarak; ön-son test, öğrenci gözleme, uygulama sonrasını değerlendirme notları, video kayıtları ve görüşme soruları kullanmıştır. Bu çalışma da araştırmacı mühendislik tasarım sürecinde, taslak oluşturma, oluşturulan taslakların çizim, tablo, grafiklerle sunulması, prototipin yapılması, prototipin test edilmesi ve sunumun yapılması gibi aşamaları tercih etmiştir. Yapılan bu uygulama süreciyle öğrencilerin akademik başarılarının olumlu yönde gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

Tas, Aksoy ve Cengiz (2018) TTFE uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin elektrik enerjisi konusuna olan ilgilerini belirlemeyi amaçlayan araştırma deneysel olarak yürütülmüştür. Deney grubunda ki öğrencilere konu, TTFE ile öğretilirken; kontrol grubundakilere programa uygun olan araştırma sorgulamaya dayalı yaklaşım ile öğretilmiştir. Uygulama başında ve sonunda yapılan akademik başarı testi sonuçlarına göre, yapılan uygulama öncesi testte grupların başarısı birbirine eşit olduğu, son test sonuçlarında, deney grubu öğrencilerin başarısının kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda TTFE uygulamaları akademik başarıyı arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Wendel vd., (2010), ilkokul öğrencilerinde fen bilimleri dersinin içeriği verilirken sınıf içi uygulamalarda mühendislik tasarımına dayalı aktivitelerin fen içeriği öğretiminde bağlam olarak kullanılmasına dayalı fen eğitimi müfredatı geliştirme amaçlanmıştır. Çalışmasında mühendislik tasarım aktivitelerinin müfredata nasıl entegre edilmesi,

mühendislik tasarımı temelli bilime dair literatürde yer alan mevcut yaklaşımları ve mühendislik tasarımının teorik temelleri harmanlanmıştır. Araştırmacılar, fen bilimleri derslerinde mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi yaklaşımı müfredatı ile eğitim öğretim gören öğrencinin fen içeriğinde daha fazla yol aldıklarını belirlemiştirler.

2.5.2. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Ercan ve Şahin (2015) tarafından yürütülen araştırmada, 7.sınıf fen müfredatında yer alan 'Kuvvet ve Hareket' ünitesinin tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarıyla yürütülmesinin akademik başarıya etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma karma yöntemler araştırma modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yürütülen tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sonucunda, konunun kavramsal boyutunda bir gelişmenin olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda tasarım süreci boyunca gerçek yaşam problemlerine yönelik üretilen çözümlerde fene ait olan kavramlar, konular, prensiplerin kullanılması fen öğrenimine yönelik motivasyonu arttırırken, grup çalışması ile yürütülen bu sürecin öğrenmeye karşı motivasyonu arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca zamanda ilgili olan üniteye yönelik akademik başarının arttığı ve süreç boyunca kullanılan simülasyonlar öğrencilerin derse karşı olan ilgi ve motivasyonların da artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

Alinak Bozkurt (2018)'un yapmış olduğu çalışmada, mühendislik tasarım temelli öğretimin 7.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik başarılarını, STEM yaklaşımına yönelik tutumlarını, 21.yüzyıl becerilerini ve STEM kariyerine yönelik algılarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, yöntem olarak, nicel araştırma modeli içerinde yer alan "ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen" kullanılmıştır. Verilen toplanması amacıyla, Demografik Bilgiler Anketi, STEM Tutum Ölçeği, Semantik STEM Kariyer Ölçeği ve Fen Başarı Testi tercih edilmiştir. Uygulama sonunda elde edilen veriler doğrultusunda, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarını, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanına dair tutumlarını geliştirdiği görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin 21.yüzyıl becerilenin gelişimini olumlu yönde etkilediği ve öğrencilerin STEM yaklaşımına yönelik kariyer algılarının da gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

Ayaz (2019) yapmış olduğu çalışmasında, mühendislik tasarımı temelli etkinliklerle gerçekleştirilen fen öğretiminin, sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerisi, bilimsel yaratıcılıkları ve mühendislik süreci becerilerine olan etkisini belirlemeyi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ikinci sınıf, sınıf öğretmeni adaylarına fen ve laboratuvar uygulamaları iki dersi kapsamında etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmasında araştırmacı, karma

yöntem araştırma modeli, iç içe gömülü desen kullanmıştır. Deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ders işlerken kullandıkları model araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme modeli iken, deney grubundaki öğretmen adaylarının kullandıkları model MTTFÖ olarak seçilmiştir. Çalışma süresince nicel verilerin toplanması amacıyla, Ön test-son test olarak, karar verme beceri testi, Bilimsel yaratıcılık beceri testi uygulanırken, nitel verilerin toplanması amacıyla; mühendislik süreç formlar, grup görüşmeleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının, karar verme becerilerinin arttığı tespit edilmiştir. MTTFÖ uygulamaları, sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerinin, artışında etkili olduğu gözlemlenirken aynı zamanda problemlere çözüm üretme aşamasında, karar verme becerisini önemli bir yere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının karar verme aşamasında, grup arkadaşlarına uzman kişilere, kitaplara ve internete başvurdukları tespit edilmiştir. MTTFÖ, sınıf öğretmeni adaylarının, bilimsel yaratıcılıklarını olumlu yönde etkilemiştir. Bu süreç sonunda öğretmen adaylarının, bilimsel yaratıcılığa yönelik düşüncelerini günlük hayata aktardıkları gözlemlenmiştir. Aynı zamanda öğretmen adayları bilimsel yaratıcılığın bir gereklilik olduğunu, bilimsel yaratıcılık ve MTTFÖ benzer özelliklere sahip oldukları şeklinde ifadelerine yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının MTTFÖ sürecinin sonunda, bu uygulamanın bireylerin mesleki farkındalık kazandırılmasında, ülke ekonomisine katkı sağlayarak gelişmişlik düzeyimizin arttırılmasında faydalı olacağı görüşlerine değindikleri tespit edilmiştir.

Bayar (2021), çalışmasında TTFÖ'nın bilimsel süreç becerileri, tasarım becerileri, mühendislik bilgisi ve akademik başarı gibi değişkenlerin üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 2018-2019 eğitim öğretim yılında Erzurum il merkezinde bulunan, üç farklı ortaokuldan seçilen 213 6.sınıf öğrencisini çalışma grubu olarak seçmiştir. Çalışma grubu deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Deney grubunda ki öğrenciler fen bilimleri dersini tasarım temelli fen öğretimi yaklaşımı ile işlerken, kontrol grubundaki öğrenciler programın benimsemiş olduğu araştırma sorgulama yöntemini kullanarak işlenmiştir. Araştırmacı öğrencilerin sürece yönelik görüşlerini derinlemesine tespit etmek ve bahsedilen değişkenler üzerine etkisini incelemek amacıyla karma yöntemler araştırma modelini kullanmıştır. TTFE ile ders işleyen deney grubunun başarısı, araştırma – sorgulama öğrenim yöntemi ile ders işleyen kontrol grubu karşılaştırdığında, deney grubunun başarısının kontrol grubunun başarısından fazla olduğu görülmüştür. Bu durumda TTFE uygulamalarının süreci sonunda öğrencilerin akademik başarılarının olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir. TTFE ile öğrencilerin, çözüm önerileri sunarken yapılan tartışmalarla sosyal öğrenme

becerilerinin geliştiği, ana tasarım görevlerinin konuların öğrenmesini kolaylaştırdığı, konuların somutlaştırılmasını sağladığı ve kavram yanılgılarını tespit etmek ve gidermekte etkili olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu sürecin öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bozkurt (2014), 2013-2014 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile çalışma yapmıştır. Fen Öğretim Laboratuvar Uygulamaları 1 dersinin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile yürütülmesiyle, sürecin incelenmesi ve tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğretim programına yansımaları ile ilgili dönüt almak, aynı zamanda öğretmen adaylarının bilimsel süreç ve karar verme beceriler üzerine etkisinin ne yönde olduğunu belirlemeyi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırma deneysel desen ve durum çalışmasının beraber yürütülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın deneysel desen kısmında tek gruplu ön test- son test deneysel deseni kullanılırken durum çalışmasında ise iç içe geçmiş çoklu durum deseni kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi, karar verme becerisini olumlu yönde etkilerken aynı zamanda öğretmen adaylarının karar verme süreci boyunca kat edilen aşamaların mühendislik tasarım süreciyle ilişkilendirebildikleri ve söz konusu olan beceride gelişmelerin olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayları Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sürecince bilimsel süreç becerilerine ihtiyaç duyduklarını ve mühendislik tasarımı sürecinin bilimsel süreç becerinin gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi öğrenmede kalıcılı sağlaması, ilgi çekici olması, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması, motive edici olması ve sorgulamaya teşvik etmesi nedeniyle öğretmen adaylarının öğretmenliğe başladıklarında derslerinde etkin bir şekilde kullanacaklarını belirttikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının Mühendislik tasarı sürecine yönelik görüşlerinde ilkokul ve ortaokul fen öğretimi programına uygun nitelikte olduğunun ve programda yer alan beceri öğrenme alanlarından birisi olan analitik düşünme becerisini geliştirebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bozkurt Altan ve Karahan (2019) çalışmasında tasarım temelli fen eğitimiyle ilgili teorik eğitim alan bir fen bilgisi öğretmeni ve 32 öğrencisiyle birlikte yürüttüğü "Isı yalıtım Kazanımı" adlı etkinliğini tasarım temelli olarak işlenmesi sonucunda sürece yönelik öğretmenin ve öğrencilerin süreci değerlendirmeleri amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğrenciler süreci duyuşsal olarak eğlenceli, motive edici; bilişsel olarak ise çok boyutlu düşünebilme, problem çözme ve karar verme becerilerini olumlu yönde etkiledikleri yönünde ifade etmişlerdir. Bu süreçte öğretmen tasarım temelli fen eğitimi adına aldığı eğitimin teorik alt yapısının ve uygulamaların nasıl yürütüleceği hakkında bilgi sahibi

olduğunu, fakat süreçle ilgili ders planı hazırlamakta eksik yönlerinin olduğunu ifade ederek bir öz eleştiride bulunmuştur. Süreçte öğrencilere yönelik bir değerlendirme yaptığında ise öğrencilerin derse daha istekli katıldıkları, motive oldukları ifade edilmiştir.

Savran Gencer (2015), çalışmasında Türkçeye uyarlanmış olan fırıldak etkinliğini kullanarak bilim ve mühendislik uygulamalar arasındaki farkları tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için Tekirdağ ili Saray ilçesinde öğrenim gören 30 7.sınıf öğrencisi seçilmiştir. 30 öğrenci altı gruba ayrılarak uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda, bu etkinlik çeşitli öğrenci kademelerine, seviyelerine adapte edildiğinde, ana sınıfından, lise dönemine dahil edilmek üzere farklı sınıf kademelerinde uygulanabileceği belirlenmiştir.

Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) çalışmasında öğretmenlerin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili görüşlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada durum çalışması modeli kullanılarak veriler toplanılmıştır. Verilerin analizinin ardından, öğretmenler mühendislik tasarım temelli fen eğitimiyle öğrencilerde 21.yy. becerilerinin gelişiminin desteklenebileceği, günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kolaylık sağlayacağı, öğrencilerin derse aktif katılımını sağlayarak anlamlı öğrenmelerinin destekleneceği gibi olumlu görüşler bildirmişlerdir. Çalışmaya katılan öğretmenlerin tamamına yakını olumlu görüş belirtirken, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının gerçekleştirilmesinde rehber niteliğinde olan öğretmenlerin bu alan üzerine yeterli seviyede olmadıkları, sınıf ortamının ve öğretim programının yeterli düzeyde olmadığı gibi olumsuz görüşlerde belirlenmiştir. Aynı zamanda öğretmenlerin büyük kısmı mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin öğrenci gelişimine katkısı olacağını düşündüğü için derslerinde kullanmayı istediklerini belirtmişlerdir.

Kılıç (2019)' un çalışması, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin temel becerileri, bilimsel yaratıcılıkları ve bilime yönelik tutumları üzerine etkisini incelemeye yönelik bir çalışmadır. 4. sınıf öğrencileri ile tek gruplu ön –son test şeklinde olan deneysel deseninin kullanıldığı çalışma sonucunda, TTFE uygulamaları ile öğrencilerin, bilime yönelik tutumları, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları olumlu yönde etkilendiği gibi sonuçlara ulaşmıştır.

Kınık Topalsan (2018) doküman analizi şeklinde yaptığı çalışmasında, sınıf öğretmenliği programı üçüncü sınıf müfredatında bulunan, Fen ve Teknoloji Öğretimi II dersi kapsamında uygulanacak etkinlikleri mühendislik tasarımı sürecine adapte edilerek

gerçekleştirmiş ve öğretmen adaylarının sürece yönelik değerlendirmelerinin alınması aynı zamanda yaşanan aksaklıkların tespit edilmesine yönelik bir araştırma yapmıştır.

Kızılkuş Bulut (2019) çalışmasında mühendislik tasarım temelli fen öğretimini 7. sınıf düzeyinde öğretim gören öğrencilerin, akademik başarıları, motivasyonlarına ve öz yeterlilik inançlarını olan etkisini incelemeye amaçlamıştır. Aynı zamanda bu değişkenleri mühendis olmak isteyen ve istemeyen öğrencilerin üzerinde oluşturduğu etkiyi gözlemlemeyi amaçlanmıştır. Çalışmacı bu amaç doğrultusunda, nicel araştırma modelinin altında yer alan, deneysel desen kullanmıştır. Veri toplama aracı olarak motivasyon ölçeği, öz yeterlilik ölçeği, akademik başarı testi uygulama öncesi ön test ve uygulama sonrası son test olarak uygulamıştır. Çalışma 8 kız 5 erkek öğrenci olmak üzere toplamda 13 öğrenci ile yürütülmüştür. Mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi uygulaması ile yürütülen sürecin sonunda mühendis olmak isteyen grubunda da mühendis olmak istemeyen grubunda da, akademik başarısını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin motivasyon değişkenine olan etkisine bakıldığında, mühendis olmak isteyen öğrencilerin içsel motivasyonun da olumlu bir artış meydana gelirken, mühendis olmak istemeyen öğrencilerin içsel motivasyonlarında bir artış gözlenmemiştir. Dışsal motivasyon kaynaklarından olan meslek ve sosyal çevre, mühendis olmak isteyen öğrenciler de herhangi bir değişikliğe sebep olmazken, mühendis olmak istemeyen öğrenciler de, ciddi bir düşüşe sebep olmuştur. Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi uygulamaları sonucunda, öz-yeterlilik son testleri sonucuna bakıldığında, mühendis olmak isteyen öğrencilerim, öz yeterlik inançlarında önemli bir artış görülürken, mühendis olmak istemeyen öğrencilerin öz-yeterlilik İnançlarında herhangi bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Korur, Efe, Erdoğan ve Tunç, (2017) tarafından yürütülen çalışmada, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin basit makineler konusuna yönelik akademik başarıları, tutumları, yaratıcılıklarının tespit edilmesini amaçlamıştır. Çalışmaya 7. sınıfa devam eden 65 öğrenci katılmıştır. Deney ve kontrol grupları oluşturulan bu çalışmada, yarı deneysel desen kullanılmıştır. Ölçme aracı olarak, Akademik Başarı Testi, Tutum, Yaratıcı Tutum Ölçekleri ön test-son test şeklinde kullanılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda, öğrencilerin basit makinelere yönelik akademik başarılarının arttığı tutumları ve yaratıcılıklarının ise ön testi ile son test arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin yaratıcı tutum puanları, kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha fazla arttığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin yaratıcı düşünmeye teşvik edildiği, yaparak yaşayarak öğrendiği, kullanışlı ürünler oluşturduğu ve kolay öğrenmelerinin sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Küpeli (2021) yapmış olduğu çalışmasında, 8. sınıf öğrencilerinin "Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi" ünitesinin mühendislik tasarım temelli uygulamaları ile yürütülmesiyle öğrencilerin çevresel farkındalıklarının, girişimcilik algılarını ve becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, tek gruplu deneysel desen kullanılmış olup çalışma 37 öğrenci ile araştırma gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanması amacıyla; "Çevre Farkındalık Ölçeği", "Girişimcilik Algı Ölçeği", "Girişimcilik Becerileri Kontrol Listesi" kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin çevreye yönelik farkındalıklarının arttığı, girişimcilik algılarında ve becerilerinde gelişme olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin kişiler arası ilişkilerinde, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme becerilerinde gelişme olduğu belirlenmiştir.

Marulcu ve Sungur (2012), nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanarak, 44 kişilik fen bilimleri öğretmen adayı ile yürüttüğü bu çalışmalarında, Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik dizaynına yönelik görüşlerinin ve aynı zamanda mühendislik ve mühendisliğin ne olduğuna yönelik algılarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda likert tipinde ölçek nicel verilerinin açık uçlu soruları, çizimler ise nitel verilerin toplanmasında kullanılmış ve analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; mühendislerin fen, matematik alanında becerilerinin gelişmiş olmasının yanında yazma ve sözel becerilerinin de gelişmiş bireyler olduğu tespit edilmiştir. Mühendislik dizayn süreci ile ilgili görüşlere bakıldığında ise; mühendislik – dizayn sürecinin fen bilimleri derslerinde bir öğretim yaklaşımı olarak kullanılabileceğinin ve kullanılmasının hem öğrenciler hem de öğretmenler için faydasının olacağının sonucuna varılmıştır. Öğretmen adayları mühendisler ve mühendislik ile ilgili bilgi sahibi iken mühendislik sürecinin fen öğretimine nasıl uyarlanacakları hakkında pek fazla sahip olmadıkları araştırmanın bir başka sonucu belirlenmiştir. Bu sonuçlara yönelik verilen öneriler ise; fen öğretimi programında ve öğretmen yetiştirme programlarında mühendislik sürecine yönelik yeniliklerin yapılmasının ve bu sürecin öğretmen adaylarına öğretilmesi gerektiğine yönelik olmuştur.

Özkızılcık ve Cebesoy (2020) tarafından yürütülen çalışmada, 3. sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla, laboratuvar uygulamaları-1 dersi dahilinde uygulanan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM'i oluşturan disiplinlerin entegrasyonlarını anlamaya olan etkisinin incelenmesine amaçlanmıştır. Bu çalışmada bilimsel araştırma yöntemlerinden karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma 2017-2018 eğitim öğretim yılında, 24 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin

olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir. Bu sürecin sonunda öğretmen adayları FeTeMM etkinliklerin uygulanmasına ve öğrenimine daha istekli oldukları görülmüştür.

Satar (2021) çalışmasında, 5.sınıf öğrencilerinin tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülen etkinliklerin öğrencilerin, fen alanına dair motivasyonlarını, fen, teknoloji, matematik, mühendislik alanlarına olan ilgisini, Güneş, Dünya, Ay ünitesiyle ilgili akademik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlanmıştır. Belirlenen bu amaç doğrultusunda, deney ve kontrol grupları oluşturarak, ön test-son test kullanılarak, yöntem olarak eşitlenmiş kontrol gruplu yarı deneysel desen yöntemi seçilmiştir. Çalışmada, verilerin toplanması amacıyla; fen öğrenimine yönelik motivasyon ölçeği, FeTeMM alanlarına ilgili ölçeği Güneş, Dünya ve Ay ünitesiyle ilgili başarı testi uygulanmıştır. 11 haftalık uygulamadan sonra öğrencilere uygulanan son testler ve sürece başlamadan önce uygulanan Ön testler analiz edildiğinde, akademik başarı olarak, öğrencilerin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde, öğrencilerin motivasyonlarında, fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğe olan ilgilerinde önemli artışlar gözlemlenmiştir. Güneş, Dünya ve Ay ünitesiyle ilgili uygulanan akademik başarı testinin ön test sonuçlarının her iki grupta eşit olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı bu eşitliğin ön öğrenmelerin, aynı öğretim programı kullanılmasının sosyal-ekonomik düzeylerinin aynı olmasından kaynaklanabileceğini öngörmüştür. Mevcut, hali hazırda kullanılan öğretim programı ile eğitim öğretime devam ettirilen kontrol grubu öğrencilerinin, motivasyonlarında anlamlı düzeyde bir artış görülmemiştir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının kullanıldığı deney grubu öğrencilerin motivasyonlarında artış olduğu gözlemlenmiştir.

Taşkın ve Aksoy (2019) tarafından yürütülen çalışmada, doküman incelemesi yapılmıştır. 2010-2018 yılları arasında ülkemizde yapılmış olan tasarım temelli fen eğitimiyle ilgili olan çalışmalar incelenmiştir. Tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili ülkemizde 5 tez, 6 makale çalışmasının olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalarda en çok tercih edilen yöntem karma araştırma yöntemi olurken deneysel olan çalışmalarda ise en çok fiziksel olaylar konu alanında yer alan etkinliklerin tercih edildiği görülmüştür. Sonuç olarak yapılan çalışmaların yeterli sayıda olmadığı, tasarım temelli fen eğitimi, fen öğretiminde neredeyse her ünitede ve konu alanında uygulanabilir düzeyde olmasına rağmen fiziksel olaylar konu alanı ile ilgili olan ünitelerin kapsamında çalışmaların yoğun olduğu görülmüştür. Literatürdeki bazı çalışmaların STEM yaklaşımını bir bütün TTFE uygulamalarını ise bu bütünün bir parçası olarak birbirleriyle iç içe geçtiğine yönelik düşünceler ifade etmektedir.

Farklı düşüncelerin ve farklı yaklaşımlar olduğu, STEM'in fen ve matematik disiplinlerinden faydalanarak mühendislik becerisi kazandırma; TTFE ise mühendislik tasarım döngüsünü merkeze alarak fen ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirmeyi amaçladığı şeklinde çıkarımda bulunmuşlardır.

Uysal (2018) tarafından yapılan çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının, tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri ile yürüttüğü ders sonunda yenilenebilir enerji konusu ile ilgili öğretmen adaylarının bilgi, beceri ve tutumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, nicel araştırma yöntemlerinden olan "tek grup ön test-son test nicel deneysel desen" kullanılarak çalışma sonucunda bulgulara ulaşılmıştır. Bulguların analiz edilmesi neticesinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmanın bir diğer sonucu, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bilgi sahibi oldukları tespit edilmiştir.

Yasak (2017), tasarım temelli fen eğitimine dayalı FeTeMM etkinliklerinin, 8. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi, altında yer alan basınç konusu dahilinde öğrenilmesine olan etkisinin incelenmesine dair bir araştırma yapmıştır. Çalışmasında karma araştırma modelini kullanmıştır. Çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim öğretim yılı içerisinde 8. sınıfta öğretim gören 46 öğrenci oluşturmaktadır. Deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılan öğrenciler çalışmanın nicel yöntem kısmı ile ilgili verileri oluşturulurken, deney grubunda bulunan öğrencilere uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları ile çalışmanın nitel yöntem kısmı ile ilgili veriler oluşturulmuştur. Araştırmacı bu çalışmasında veri toplama aracı olarak, "Fen Bilgisi Tutum Ölçeği", ve "Kuvvet ve Hareket ünitesi ile ilgili başarı testi" kullanırken aynı zamanda öğrencilerin sürece yönelik görüşlerini değerlendirmek amacıyla "Öğrenci Görüşme Formu" kullanmıştır. Çalışma sonucunda analizlerle yapılan etkinliklerin öğrencilerin başarılarını arttırdığı, bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin fen bilimlerine karşı olan tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonuçlarına ulaşmıştır. Araştırmacı, öğretmen adayları ile TTFE uygulamaları ile ilgili daha çok çalışma yapılmasını, üniversitelerin ders programlarına TTFE yaklaşımı ile ilgili derslerin dahil edilmesine yönelik önerilerde bulunmuştur.

Yıldırım (2018), sınıf öğretmeni adaylarının tasarım temelli öğrenmeye yönelik görüşlerini belirlemek için bir araştırma yapmıştır. Tasarım temelli uygulamalarla işlenen bir sürecin sonunda, sınıf öğretmeni adaylarının, mühendislik, mühendis ve tasarımın ne olduğuna ilişkin görüşlerinin belirlenmesi araştırmanın esas amacıdır. Bu süreçle ilgili derinlemesine inceleme yapılması adına, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum

çalışması tercih edilmiştir. Bu çalışma 22 öğretmen adayı ile yürütülmüş olup; veri toplama aracı olarak, tasarım temelli öğrenme görüşme formu kullanılmıştır. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda, öğretmen adayları bu sürecin, yaparak yaşayarak öğrenme imkânı verdiğinin, mühendislerin kullandığı tasarım aşamalarını içerdiğini, disiplinler arası öğrenmeye yardımcı olduğu yönünde düşüncelere ulaşılmıştır. Ayrıca, tasarım temelli fen eğitiminin günlük hayatı ile bağlantı kurulduğunu, problem çözme becerisini, iletişim becerisini, geliştirip eğlenceli öğrenme ortamı sağladığı düşüncesi tespit edilmiştir. Çalışmanın çıkarımlardan bir diğeri ise, elde edilen sonuçlara dayanarak mühendislerin zeki ve yaratıcı özelliğe sahip bireyler olduğunu işaret eder nitelikte sonuçlarının olduğudur.

Yıldız (2019), çalışmasında dördüncü sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin basit elektrik devreleri ünitesinin tasarım temelli fen öğretimi yöntemi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına olan etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda yöntem olarak Ön test-son test deney-kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak, çalışma grubunda 300 öğrenci yer almıştır. Veri toplama aracı olarak; basit elektrik devreleri ünitesi başarı testi ve basit elektrik devreleri ünitesi tutum ölçeği formları kullanılmıştır. Bu formlar uygulama öncesi ve uygulama sonrası olarak deney grubuna toplamda iki kere uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda tasarım temelli fen öğretimi uygulamalarının öğrencilerin yaparak yaşayarak sürece aktif katılım sağladıkları, bu durumun öğrencilerin akademik başarıları ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin akademik başarılarını ve tutumlarını, yapılan grup çalışmaları ve bilgileri kendilerinin öğrenmeleri öğrendikleri bilgileri tasarımlar üzerinde uygulamaları olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 2.4. Tasarım Temelli Fen Eğitimi İle İlgili Araştırmalar

Yazar	Örneklem	Metod	Konu	Amaç	Değişken/ler	Sonuç
Bozkurt Altan ve Karahan (2019)	32 Ortaokul öğrencisi ve fen bilimleri öğretmenleri	Bütüncül tek durum çalışması	Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı Etkinliği	TTFE yaklaşımında hazırlanan '"Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı" etkinliğine yönelik yapılan uygulamada, öğrenci değerlendirilmelerinin ve uygulamayı yürüten fen bilgisi öğretmenin uygulama deneyimi görüşleri.	Öğrenci ve öğretmen görüşleri	Öğrenciler, bilimsel bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirmede yardımcı, ilgi çekici, motive edici ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı olarak değerlendirmişlerdir. Öğretmen ise süreci motive edici, mühendislik uygulama sürecini fark etmeye yardımcı olarak değerlendirmiştir.
Doppelt vd. (2008)	38, 8. sınıf öğrencisi	Karma araştırma modeli	Elektrik	Tasarım temelli öğrenmenin 8. Sınıf öğrencilerinin elektrik konusu başarılarına etkisini incelemek.	Akademik başarı	Öğrencilere elektrik ünitesi ile ilgili tasarım görevinin verilmesinin sonucunda öğrencilerin akademik başarılarında gelişme olduğu tespit edilmiştir.
Ercan ve Şahin (2015)	7. sınıf	Karma araştırma modeli	Kuvvet ve Hareket	TTFE uygulamalarının akademik başarıya etkisini incelemek.	Akademik başarı	Öğrencilerin süreç ile akademik başarılarında, motivasyonlarında, karar verme becerilerinde olumlu yönde bir artış tespit edilmiştir.
Hacıoğlu vd., (2016)	Öğretmenler	Nitel araştırma modeli, Durum çalışması	Öğretmen görüşü alma	Öğretmenlerin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili görüşlerini tespit etmek.	Öğretmen görüşü	Öğretmenler, tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerde 21. yy. becerilerinin gelişiminin desteklediğine, günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kolaylık sağladığına ve anlamlı öğrenmelerin gerçekleştiğine yönelik beyanlarda bulunmuşlardır.
Korur vd., (2017)	65 7. sınıf öğrencisi	Nicel araştırma yöntemi-yarı deneysel desen	Basit makineler	TTFE uygulamalarının öğrencilerin basit makineler konusuna yönelik akademik başarıları, tutumları ve yaratıcılıklarına etkisini tespit etmek.	Akademik başarı, tutum ve yaratıcılık	Mini tasarım görevlerini yapan öğrencilerin akademik başarıları ve tutumlarında artış gözlemlenmiştir.
Kılıç (2019)	4.sınıf	Nicel araştırma yöntemi deneysel desen	Basit elektrik devresi	Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin temel becerileri, bilimsel yaratıcılıkları ve bilime yönelik tutumları üzerine etkisini incelemek.	Temel beceriler, bilimsel yaratıcılık, bilime yönelik tutum	Tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile öğrencilerin, bilime yönelik tutumları, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir.
Tas vd. (2018)	7. sınıf	Karma	Elektrik	Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin Öğrencilerin elektrik enerjisini öğrenmeleri ve bilimde üstbilişsel öz-düzenlemeleri üzerindeki etkisini araştırmak.	Akademik başarı, üstbilişsel düzenleme	Tasarım temelli fen eğitimi ile elektrik ünitesi akademik başarısı anlamlı bir şekilde artmıştır. Ayrıca öğrencilerin üst bilişsel becerileri gelişmiştir.
Roth (2001)	6.ve 7. sınıf 26 öğrenci	Nitel araştırma	Basit makineler	Tasarım temelli etkinliklerin akademik başarı üzerine etkisini belirlemek.	Akademik başarı	Öğrencilerin süreç sonunda bilimsel kavramları öğrendikleri ve akademik başarılarında artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Alinak Bozkurt (2018)	29, 7. sınıf öğrencisi	Ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen	Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Elektrik Enerjisi	Mühendislik tasarım temelli öğretiminin 7.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik başarılarına, STEM yaklaşımına yönelik tutumlarına, 21.yüzyıl becerilerine ve STEM kariyerine yönelik algılarına etkisini incelemek.	Fen başarısı, matematik tutumu, mühendislik ve teknoloji tutumu, 21.yy. becerileri, STEM kariyer algısı	Deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarını, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanına dair tutumlarını geliştirdiği görülmüştür. Öğrencilerin 21.yüzyıl becerilenin gelişiminde anlamlı bir değişim olmadığı görülmüştür. Öğrencilerin STEM yaklaşımına yönelik kariyer algılarında da anlamlı bir değişim olmamıştır.
Kızılkuş Bulut (2019)	13, 7.sınıfa öğrencisi	Nicel araştırma modeli-deneysel desen	Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Elektrik Enerjisi	Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin akademik başarı, motivasyon ve öz yeterlilik inancına etkisini incelemek. Aynı zamanda bu değişkenleri mühendis olmak isteyen ve istemeyen öğrencilerin üzerinde oluşturduğu etkiyi gözlemlemek.	Akademik başarı, motivasyon ve öz yeterlilik inancı.	Her iki grubunda akademik başarısı artmıştır. Mühendis olmak isteyen öğrencilerin içsel motivasyonlarında ve öz yeterlilik inançlarında olumlu bir artış meydana gelirken, mühendis olmak istemeyen öğrencilerin içsel motivasyonları ve öz-yeterlilik inançlarında herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüştür.
Küpeli (2021)	37, 8. sınıfa öğrencisi	Tek gruplu deneysel desen	Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi	Mühendislik tasarım temelli uygulamalarının öğrencilerin çevresel farkındalıklarına, girişimcilik algıları ve becerilerine etkisinin incelenmesi.	Çevresel farkındalık, girişimcilik algısı, girişimcilik becerisi	Öğrencilerin çevreye yönelik farkındalıklarının arttığı, girişimcilik algılarında ve becerilerinde gelişme olduğu tespit edilmiştir.
Marulcu ve Sungur (2013)	44, fen bilimi öğretmen adayı	Karma yöntem	-	Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik dizaynına yönelik görüşlerinin ve aynı zamanda mühendislik ve mühendisliğin ne olduğuna yönelik algılarını tespit etmek.	Öğretmen adayı görüşü	Öğretmen adaylarının mühendisler ve mühendislik ile ilgili bilgi sahibi iken mühendislik sürecinin fen öğretimine nasıl uyarlanacakları hakkında pek fazla sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır.
Özkızılcık ve Cebesoy (2020)	24, 3. sınıf fen bilimleri	Karma	-	Laboratuvar uygulamaları-1 dersi dahilinde uygulanan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM'i	Problem çözme becerisi ve FeTeMM'i	Çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin olumlu yönde geliştiği ve öğretmen adayları FeTeMM

	öğretmen adayı			oluşturan disiplinlerin entegrasyonlarını anlamaya olan etkisinin incelenmesi.	oluşturan disiplinlerin entegrasyonlarını anlama	etkinliklerin uygulanmasına ve öğrenimine daha istekli oldukları tespit edilmiştir.
Satar (2021)	5.sınf	Kontrol gruplu yarı deneysel desen	Güneş, Dünya ve Ay	Tasarım temelli fen öğretimi ile yürütülen etkinliklerin öğrencilerin, fen alanına dair motivasyonlarına, fen, teknoloji, matematik, mühendislik alanlarına olan ilgisine, Güneş, Dünya, Ay ünitesiyle ilgili akademik başarılarına etkisinin incelenmesi.	Akademik başarı, STEM' e ilgi, motivasyon	Öğrencilerin akademik başarında, motivasyonlarında, fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğe olan ilgilerinde önemli artışlar tespit edilmiştir.
Taşkın ve Aksoy (2019)	-	Doküman incelemesi	-	2010-2018 yılları arasında ülkemizde yapılmış olan tasarım temelli fen eğitimiyle ilgili olan çalışmaların incelenmesi.	-	Sonuç olarak yapılan çalışmaların yeterli sayıda olmadığı, tasarım temelli fen eğitimi, fen öğretiminde neredeyse her ünitede ve konu alanında uygulanabilir düzeyde olmasına rağmen fiziksel olaylar konu alanı ile ilgili olan ünitelerin kapsamında çalışmaların yoğun olduğu tespit edilmiştir.
Uysal (2018) FBÖ. 37	25 fen bilgisi öğretmen adayı	Tek grup ön test-son test deneysel desen	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Fen bilgisi öğretmen adaylarının, tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri ile yürüttüğü ders sonunda yenilenebilir enerji konusu ile ilgili öğretmen adaylarının bilgi, beceri ve tutumlarının incelenmesi.	Akademik başarı, bilimsel süreç becerisi ve tutum	Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştiği ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bilgi sahibi oldukları tespit edilmiştir.
Yasak (2017)	46 8. sınıf öğrencisi	Karma	Kuvvet ve Hareket ünitesi, basınç konusu	Tasarım temelli fen eğitimine dayalı FeTeMM etkinliklerinin, 8. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi, altında yer alan basınç konusu dahilinde öğrenilmesine olan etkisinin incelenmesi.	Akademik başarı, fene yönelik tutum	Süreçte, öğrencilerin başarılarının arttırdığı, bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin fen bilimlerine karşı olan tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonuçlarına ulaşılmıştır.
Yıldırım (2018)	22 sınıf öğretmen adayı	Nitel Araştırma yöntemi, durum çalışması	Öğretmen görüşü	Tasarım temelli uygulamalarla işlenen bir sürecin sonunda, sınıf öğretmeni adaylarının, mühendislik, mühendis ve tasarımın ne olduğuna ilişkin görüşlerinin belirlenmesi.	-	Öğretmen adaylarının bu sürecin, yaparak yaşayarak öğrenme imkânı verdiğini, mühendislerin kullandığı tasarım aşamalarını içerdiğini, disiplinler arası öğrenmeye yardımcı olduğu yönünde düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir.
Yıldız (2019)	300 4.sınıf öğrencisi	Ön test-son test deney-kontrol gruplu yarı deneysel desen	Basit elektrik devreleri	Basit elektrik devreleri ünitesinin tasarım temelli fen öğretimi yöntemi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına olan etkisini belirlenmesi	Akademik başarı ve tutum	Tasarım temelli fen öğretimi uygulamalarının öğrencilerin yaparak yaşayarak sürece aktif katılım sağladıkları, bu durumun öğrencilerin akademik başarıları ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.
Bayar (2021)	213 tane 6. sınıf öğrencisi	Karma	Kuvvet ve Hareket Madde ve Isı Ses Vücudumuzdaki Sistemler	TTFÖ' nın bilimsel süreç becerileri, tasarım becerileri, mühendislik bilgisi ve akademik başarı gibi değişkenlerin üzerine etkisinin incelenmesi.	Bilimsel süreç becerileri, tasarım becerileri, mühendislik bilgisi ve akademik başarı	Öğrencilerin akademik başarıları olumlu yönde değişmiştir. TTFÖ ile çözüm önerileri sunarken yapılan tartışmalarla sosyal öğrenme becerilerinin geliştiği, ana tasarım görevlerinin konuların öğrenmesini kolaylaştırdığı, konuların somutlaştırılmasını sağladığı ve kavram yanılgılarını tespit etmek ve gidermekte etkili olduğu gözlemlenmiştir, sürecin mühendislik bilgi düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Bozkurt (2014)	3.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları	Karma	-	TTFE uygulamaların, öğretmen adaylarının bilimsel süreç ve karar verme becerilerine etkisinin ve görüşlerinin belirlenmesi.	Bilimsel süreç becerisi ve karar verme becerisi	Mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi, karar verme becerisini olumlu yönde etkilerken aynı zamanda öğretmen adaylarının karar verme süreci boyunca kat edilen aşamaların mühendislik tasarım süreciyle ilişkilendirebildikleri ve söz konusu olan beceride gelişmelerin olduğu tespit edilmiştir.
Kolodner vd. (2003)	240 tane lise 2 öğrencisi	Nicel	Hareket Halindeki Araçlar	Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulaması aşamalarını kullanarak, 5 ve 10 cm yüksekliği geçebilen bir prototip araç tasarlamaları amaçlanmış.	Tasarım becerileri	Öğrencilerin fen dersine karşı olan motivasyonları artarken, bireysel, aktif bir öğrenmenin gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, araştırmanın uygulanma süreci ve verilerin analizi ele alınmıştır.

3. 1. Araştırma Modeli

Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin fen öğrenme, bilimsel süreç ve mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerine etkisi ve öğrenci görüşlerini belirlemeye yönelik olan bu çalışma da nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem araştırmaları modeli kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları, nicel ve nitel yöntemlerin birleştirilip ilişkilendirilmesi sonucunda çıkarımda bulunulan bir araştırma yöntemidir (Creswell, 2019). Karma yöntem araştırma desenlerinden ise "yakınsayan paralel desen" kullanılmıştır. Yakınsayan paralel desen de nicel ve nitel veriler eş zamanlı olarak toplanır. Veriler çözümlenirken ise ayrı ayrı ele alınır ve elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak yorumlanır (Elmas, 2020).

3. 2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Bu çalışmada amaçlı örneklem kullanılmıştır. Amaçlı örneklem, araştırmanın amacına bağlı olarak zengin bilgi kaynağı olduğu düşünülen durumların derinlemesine araştırılmasına imkân tanıyan bir örnekleme yöntemidir (Tepebağ ve Aktaş Arnas, 2017 s.53). Amaçlı örneklem türlerinden olan ölçüt örneklem tercih edilmiştir. Ölçüt örnekleme de önceden tespit edilen ölçütler vardır ve tespit edilen tüm bu ölçütler üzerine çalışılması söz konusudur. Yıldırım ve Şimsek (2013)' göre bahsedilen ölçütler araştırmacı tarafından oluşturulabileceği gibi daha önceden hazır halde bulunan ölçüt listesinden de alınabilir (Akt.Bektaş ve Aslan, 2019).

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2021-2022 eğitim-öğretim yılında Sivas ili Yıldızeli ilçesi Milli Eğitim Bakanlığı' na bağlı bir ortaokulda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Katılımcıların seçiminde, araştırmacı tarafından belirlenen ölçütler tercih edilmiştir. Bu ölçütler; katılımcıların daha önce tasarım temelli fen eğitimi

uygulamalarına katılmamış olması, eğitim öğretim yılı içerisinde okula devamsızlığı en az olan grup olması, sınıf ortamının, öğrencilerin fikirlerini rahat bir şekilde ifade edebileceği sınıf kültürüne sahip olması, uygulamaya katılmada en istekli grup olması ve diğer gruplara göre akademik başarı yönünden en yüksek grup olmasıdır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecine ve görüşmeye dahil edilen 3 öğrenci Ö1, Ö2 ve Ö3 şeklinde kodlanmıştır. Çalışma grubunun cinsiyetlere göre dağılımı Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1 Katılımcılara Ait Bilgiler

Katılımcılar	**Sınıf**	**Cinsiyet**
Ö1	7. sınıf	Erkek
Ö2	7. sınıf	Kız
Ö3	7. sınıf	Kız

3. 3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak "Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği (Aydoğdu vd.,2012)", "Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği (Şenler, 2014)", yarı yapılandırılmış görüşme formu, serbest öğrenci günlükleri [SÖG] ve MEB'in hazırlamış olduğu mühendislik tasarım süreci kılavuzu(Seyrek, Türker, Bozkaya ve Üçüncü,2019) kullanılmıştır.

3.3.1.Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği

Uygulamaya katılan öğrencilerin uygulama sonunda, bilimsel süreç becerilerinin değişimini belirlemek için Aydoğdu, Tatar, Yıldız ve Buldur (2012) tarafından geliştirilen "İlköğretim Öğrencilerine Yönelik Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği" kullanılmıştır (EK-3). 27 maddeden oluşan testin her bir maddesi dört seçenekten oluşmaktadır. Testte her doğru cevap 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Testten alınabilecek en yüksek puan 27'dır. Ölçeğin güvenirlik katsayısı (KR-20) 0.84; ortalama güçlüğü ise 0,54 olarak rapor edilmiştir (Aydoğdu vd. 2012). Bu araştırmanın uygulaması üç öğrenci ile yapıldığından dolayı testin KR-20 değeri ve ortalama güçlüğü hesaplanamamıştır. Testte, gözlem , sınıflama, çıkarım , tahmin ve deney yapma, hipotez kurma, uzay zaman ilişkisi kurma, problemi belirleme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerini ölçen maddeler yer almaktadır. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeğinin alt boyutları ve bu boyutların soru dağılımları Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2 Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeğinin Alt Boyutları ve Bu Boyutlarla İlgili Maddeler

Alt Boyutlar	**İlgili Maddeler**
Gözlem Yapma	1, 2
Sınıflama Yapma	3, 4
Çıkarım Yapma	5, 6
Tahmin Yapma	7
Deney Yapma	8, 12, 13, 15, 21
Hipotez Kurma	10, 11, 17, 23
Verileri Yorumlama	9, 26
Uzay Zaman İlişkisi Kurma	14, 27
Problem Belirleme	16, 22
Değişkenleri Belirleme ve Kontol Etme	18, 19, 20, 24, 25

3.3.2.Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği

Tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinin fen öğrenme becerisi ölçeğindeki alt boyutların gelişimine etkisini incelemek için, Chang, Chen, Guo, Cheng, Lin ve Jen (2011) tarafından geliştirilen Şenler (2014) tarafından Türkçe' ye adapte edilen 5 li likert tipi "Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği" kullanılmıştır (EK-4). Ölçek toplamda 29 maddedir. Bilimsel sorgulama, iletişim olmak üzere iki alt ölçekten oluşur ve her bir alt ölçek 4 boyuttan oluşmaktadır. Bilimsel sorgulama ölçeğinin boyutları, soru ve hipotez önerme, planlama, deney ve veri toplama, veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma; iletişim ölçeğinin boyutları, ifade etme, değerlendirme, etkileşimde bulunma ve müzakere etmedir. Şenler (2014) bilimsel sorgulama alt ölçeğinin cronbach alpha iç tutarlılık katsayısını .88; iletişim alt ölçeğinin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısını .89 olarak hesaplamıştır. Ölçeğin toplam Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı .93 olarak belirlenmiştir. Alt boyutların Cronbah alpha iç tutarlılık katsayıları; soru ve hipotez önerme (.64), planlama (.68), deney yapma ve veri toplama (.79), veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma (.74), ifade etme (.73), değerlendirme (.74), etkileşimde bulunma (.69), müzakere etme (.79) olarak belirlenmiştir. Bu araştırma kapsamında üç öğrenci ile çalışılmasından kaynaklı olarak alt ölçeklerin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayıları, toplam Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı ve alt boyutların Cronbah Alpha iç tutarlılık katsayıları hesaplanamamıştır. Fen Öğrenme Becerisi Ölçeğinin boyutları ve boyutların soru dağılımları Tablo 3.3' de sunulmuştur.

Tablo 3.3 Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutları ve İlgili Maddeler

Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği	Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutları	Soru Numarası
Bilimsel Sorgulama	Soru ve hipotez önerme	1,2,3
	Planlama	4,5,6,7
	Deney yapma ve veri toplama	8,9,10
	Veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma	11,12,13,14
İletişim	İfade etme	15,16,17,18
	Değerlendirme	19,20,21,22
	Etkileşimde bulunma	23,24,25
	Müzakere etme	26,27,28,29

3.3.3. Görüşme

Görüşme, bir konu ile ilgili bireylerin duygu ve düşündüklerini, neden bu şekilde düşündüklerini anlamak için bireylerle sözlü olacak şekilde iletişime geçmektir (Bektaş ve Aslan,2019). Görüşme, görüşme yapılan bireyin konu ile ilgili düşüncelerini ve bakış açısını anlamayı amaçlar (Aksoy, 2021). Büyüköztürk vd. (2016)'a göre görüşme, daha önceden belirlenmiş soruları cevaplama ve araştırmak istenilen konu hakkında derinlemesine inceleme yapma imkânı sunarken görüşü alınan kişiye kendisini ifade etme imkânı da tanır (Akt. Aksoy, 2021).

Bu çalışmada, görüşme türlerinden yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme, daha önceden belirlenmiş soruları cevaplama ve araştırılmak istenilen konuda derinlemesine inceleme yapma imkânı sunar. Ayrıca görüşü alınan kişiye kendisini ifade etme imkânı da tanır ve araştırmacıyı rahat hissettirir. Bahsedilen özelliklerden dolayı çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun hazırlanma sürecinde araştırmacı tarafından ilk olarak literatür taraması yapılmıştır. İlgili literatürden elde edilen verilerden de faydalanılarak; tasarım temelli fen eğitimi süreci ve bilimsel süreç becerileri ile ilgili soruların yer aldığı bölümlerden oluşan bir görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme esnasında açığa çıkabilecek olası sorunların önüne geçebilmek adına, bir öğrenci ile pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu sayede soruların anlaşılır olup olmadığı test edilmiştir. Pilot

uygulamadan sonra hazırlanan görüşme formu ile ilgili bu eğitim alanında bir akademisyenden sorular ile ilgili, Türkçe öğretmeninden ise yazım kuralları ile ilgili uzman görüşü alınmıştır. Alınan görüşler dahilinde yarı yapılandırılmış görüşme formunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında kullanılacak yarı yapılandırılmış görüşme soruları EK-1'de sunulmuştur. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci bittikten sonra, görüşme formunun uygulamasına geçilmiştir. Görüşme yapılmadan önce öğrencilere açıklamalarda bulunulup ardından araştırmacı tarafından görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sessiz, sakin bir ortamda yüz yüze ve her öğrenci ile bireysel, 20-25 dakika sürecek şekilde yapılmıştır. Görüşme yapılırken, görüşmecilerden izin alınarak sesleri telefonun ses kaydedicisi tarafından kaydedilmiştir. Kaydedilmiş olan görüşmeler bire bir yazıya dökülerek analiz edilmiştir.

3.3.4. Döküman incelemesi

Yıldırım ve Şimşek (2013)'e göre nitel araştırmada görsel, yazılı ve sayısal olarak kaydedilmiş, somut materyaller gibi türlü veri kaynaklarını içine alan dökümanlar önemli veri kaynaklarındandır (Akt. Bozkurt, 2014). Günlükler, mektuplar, çizimler ve kişisel notlar kullanılan dökümanlardan bazılarıdır (Punch, 2015). Ayrıca araştırmacı tarafından oluşturulan belgeler, kılavuzlar da bu dökümanların içerisine girmektedir.

Bogdan ve Biklen (2007)'e göre dökümanlar, görüşme ve gözlem yoluyla ulaşılan verileri desteklemek için ikinci derecede başvurulan kaynaklar olurken bazen de birinci dereceden başvurulan kaynaklar olmaktadır (Akt. Bozkurt, 2014). Bu araştırmada, mühendislik tasarım süreci uygulama kılavuzu birinci dereceden başvurulan kaynaklardır. Görüşme ve serbest öğrenci günlüklerinden elde edilen veriler ise kılavuzlardan elde edilen verileri destekleyicidir.

Bu araştırmada, uygulama sürecini yürütülmesinde yol gösterici niteliğinde olan MEB'in 7. sınıf kitabında yer alan mühendislik tasarım süreci kılavuzu kullanılmıştır (Seyrek, Türker, Bozkaya ve Üçüncü, 2019). Kılavuz EK-2'de sunulmuştur. Bu kılavuz 4 ana istasyondan oluşmaktadır. Bu istasyonlar aşağıdaki gibidir:

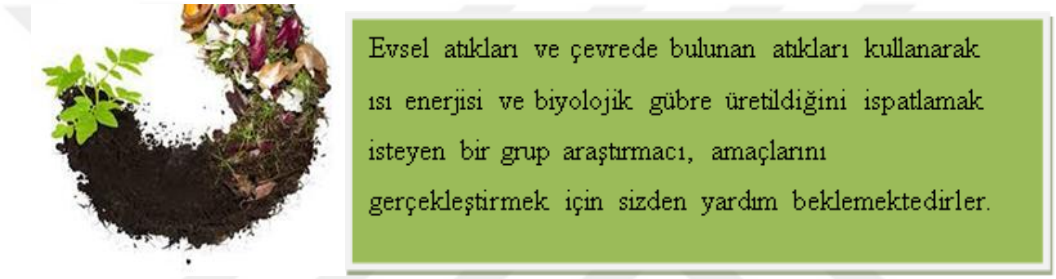
- Problemin belirlenmesi-Sorunun araştırılması-çözümün tartışılması
- Çözüm önerisi üretme ve belirleme
- Ürün tasarlama ve sunma
- Ürün tanıtma

Kılavuzda belirlenen problemin, kriter ve sınırlılıkların, araştırma verilerinin, tasarımın taslak çiziminin, tasarım süreci planının ve prototipin test edilip sonuçlarının kaydedildiği alanlar mevcuttur.

Kılavuzda yer alan istasyonlar ve istasyonlarda yapılan işlemler şu şekildedir:

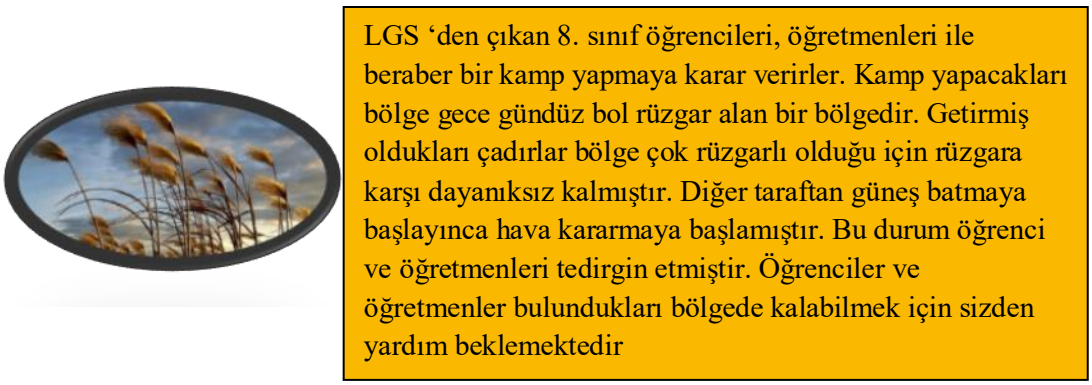
1.İstasyonda, öğretmenin ana tasarım görevinin yazılı olarak verilmesi ile süreç başlatılır. Bu istasyonda, öğrencilerden, verilen ana tasarım görevinde yer alan problem durumunu tespit etmeleri beklenmiştir. Öğrenci problem durumunu belirmiş ve böylece derse adapte olmaya başlamıştır. Ana tasarım görevleri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 de sunulmuştur.

Ana Tasarım Görevi: Isı ve Biyolojik Gübre Üretimi



Şekil 3.1. Klavuzda Yer Alan Büyük Tasarım Görevi

Ana Tasarım Görevi: Rüzgârdan Gelen Yardım



Şekil 3.2 Klavuzda Yer Alan Büyük Tasarım Görevi

Ana tasarım görevlerinde problemi belirleyen öğrenciler istasyonun devamında çözümün hangi kriter ve sınırlılıklara sahip olması gerektiğini bireysel olarak sorgularlar ve öneri tablosuna not alırlar. Şekil 3.3'te kriter ve sınırlılıkların not edileceği tablo sunulmuştur.

Kriterler	Sınırlılıklar
……..	
……..	…….
……..	……
……	……
……	……
……	……
……	…… ……..
……	……
……	……

Şekil 3.3. Kriter ve Sınırlıkların Yazıldığı Tablo Örneği

Diğer taraftan bu istasyonda öğrenciler belirlemiş oldukları problem ile ilgili bildiklerini gözden geçirmek, probleme dair hazırbulunuşluklarını tespit etmek ve yeni bilgilerini kaydetmek için K(Know)-W(Want)-L(Learn) tablosunu doldururlar. Ardından öğrenciler problem ile ilgili düzenli bir araştırma yapmak için kendilerine verilen 5N-1K tablosunu bireysel olarak doldururlar. Bunların yanı sıra öğrenciler problem durumu ile ilgili çeşitli kaynakları kullanarak araştırma yaparlar. K-W-L tablosu Şekil 3. 4; 5N 1K tablosu Şekil 3. 5' te sunulmuştur.

Neler Biliyorum	Neler Öğrenmek İstiyorum	Neler Öğrendim
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……... ……	……	……
……	……. ……	……... ……

Şekil 3.4. Kılavuzda Yer Alan K-W-L Tablosu Örneği

SORULAR	AÇIKLAMALAR
NE?	……
NEDEN?	……..
NASIL?	……
NEREDE?	……
NE ZAMAN?	……
KİM?	……

Şekil 3.5. Kılavuzda Yer Alan 5N1K Tablosu Örneği

Araştırmalarını yapan öğrenciler problemin çözümüne dair çözüm önerileri geliştirecekleri ikinci istasyona geçerler. Öğrenciler belirlenen problemin çözümüne yönelik kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak çözüm önerilerini hayal edip üretmiş ve kendilerine verilen tabloya kaydetmişlerdir. Öğrenciler kendi önerilerini karşılaştırarak en çok kriteri karşılayan öneriyi seçmiş ve daha sonra önerilerini gerekçeleri ile grup arkadaşlarına sunarlar. Ardından en iyi çözüm önerisine grup olarak karar verilir. Şekil 3.6' da çözüm önerilerinin not edileceği tablo sunulmuştur.

Öneri Sayısı	Çözüm Önerilerim:
1. çözüm önerisi	....
2. çözüm önerisi	....
3. çözüm önerisi	....
4. çözüm önerisi	....

Şekil 3.6. Kılavuzda Yer Alan Önerilerin Kaydedildiği Tablo Örneği

Grup olarak belirlenen çözüm önerisinden sonra tasarımı yapılandırmak, test edip değerlendirmek için üçüncü istasyona geçilir. İlk olarak bu istasyonda öğrenciler tasarımın

amacı, boyutları, ne için tasarlandığı, nerede kullanılacağı gibi genel özellikleri kılavuzlarında bulunan ilgili alana not ederler. Tasarımın genel özelliklerini yazı ile ifade eden öğrenciler ardından iki boyutlu çizimini yaparlar. Benzer amaçlar için kullanılan ürünler araştırılır ve not edilir. Tasarım yapımına geçilmeden önce öğrenciler, tasarımın yapım sürecini zihinlerinde planlayıp kılavuza not alır ve grup arkadaşları ile paylaşırlar. Tüm bu işlemlerden sonra öğrenciler grup halinde çalışır ve tasarımlarını yapılandırır. Tasarımın test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında, öğrenciler tasarımı test etmek amacı ile denemeler yaparlar ve elde ettikleri verileri kaydederler. Ayrıca öğrenciler deney ve gözlem sonuçlarını ifade eder ve sonuçları dikkate alarak tasarımda iyileştirme ve geliştirmeye gerek olup olmadığına karar verirler. 3. İstasyonun sonunda öğrenciler tasarımı değerlendirirler. Tasarım değerlendirilirken, önceden belirlenmiş olan kriterler dikkate alınır.

Değerlendirmenin ardından öğrenciler sunum yapacakları dördüncü istasyona geçerler. Bu istasyonda öğretmen öğrencilerden bir sunum metni hazırlamalarını ister. Sunum metni hazırlanırken öğrencilerden, test sonuçlarını doğru bir şekilde sunmaları ve tasarımın nasıl bir gelişim göstereceği konusunda bilgi vermeleri beklenmektedir. Öğrenciler ürünlerini tanıtırken, ürünün amacı, çalışma prensibi, kullanılan malzemeler, yapılışı, karşıladığı kriter ve sınırlılıklar hakkında bilgi verirler.

3.3.3. Öğrenci Günlükleri

Morrison (2008) günlükleri, öğrencilerin deneyimlerinden yola çıkarak anlam oluşturmak ve bu anlamı ifade eden bilgilerin dönüşüm biçimi olarak tanımlamaktadır. Aynı zamanda günlük öğrencilerin ders ile özel yaşamları arasında bağlantı kurabilmesini sağlayan etkili bir sınıf çalışması ve veri toplama aracıdır (Aksoy 2021). Öğrenciler süreç boyunca yaptıkları gözlemleri, duygu düşüncelerini, süreçte yapmak istediklerini günlük yoluyla tanımlayabilirler (Ruiz- Primo, Li, Ayala & Shavelson 2004).

Fen bilimleri dersi içerisinde günlük tutmak, gözlemlerin kaydedilmesi genelleştirmelerin yapılmasında etkili bir araçtır. Ayrıca bilimsel araştırma, karar verme ve bir problemin çözümünde de etkili bir araçtır (Baxter vd. 2001 akt. Aksoy, 2021). Bir diğer taraftan günlükler öğrencilerin düşünme ve anlamalarına dair gerçek bulgular sunar. Bu sayede öğretmenler her bir öğrencinin nasıl düşündüğünü neler hissettiğini anlayabilirler ve öğrencilerin konu iler ilgili güçlü ve zayıf yönlerini ne olduğunu fark edebilirler. Öğretmenler edindikleri bu bilgilerin farkındalığı ile derste kullanılan yaklaşımın etkisini

inceleyebilir ve sınıf uygulamalarını iyileştirebilir (Nesbit, Hargrove, Harrelson & Maxey 2004). Süreci inceleme imkânı sunmasından dolayı fen günlüklerine seyir defteri de denilmektedir (Arslan ve Ilgın 2011).

Bu araştırmada ise, günlükler uygulama sürecinin başından sonuna kadar öğrencilerin derste ne yaptıklarını, duygu ve düşüncelerini ifade ettikleri bir dokümandır. Öğrenciler günlüklerini her dersten sonra doldurmuşlar ve öğrenci günlükleri araştırmacı tarafından dosyalanmıştır. Günlüklerden elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak tema ve kodlar aracılığı ile ifade edilmiştir.

3.4. Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırma pilot uygulama ve asıl uygulama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

3.4.1. Araştırmanın Pilot Uygulaması

2020-2021 eğitim öğretim yılı bahar yarı içinde uygulama yapabilmek için öncesinden gerekli izinler alınmış ve 2020-2021 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılında öğrenim gören 13 8. sınıf öğrencisi ile uygulama sürecine başlanmıştır. Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere "Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği" ve "Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği" uygulanmıştır. Gerekli ön ölçümlerden sonra öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi hakkında bilgilendirilmiştir. Uygulama sürecince, öğrencilere rehberlik edecek ve süreç boyunca yaptıkları her şeyi not edebilecekleri, MEB 7. sınıf kitabındaki bir ürün tasarlarken yapılacak olan aşamalardan oluşan kılavuzun fotokopisi alınarak öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrenciler her bir aşamada kılavuzlarını önce bireysel olarak doldurmuş ardından bir araya gelerek birbirlerini bilgilendirmişlerdir.

Pilot uygulamanın birinci haftasında, birinci istasyona başlanmıştır. Bu istasyonda araştırmacı yani ders öğretmeni problemin sahip olması gereken özellikleri belirtmiştir. Ardından öğrencilerden etraflarını inceleyerek grup halinde bir problem belirlemeleri istenmiştir. Problemin belirlenmesinden sonra problemin çözümü için, gerekli malzemeleri, ayrılan bütçeyi ve ihtiyaç duydukları zamanı belirleyip kılavuzda bulunan tabloya not etmeleri istenmiştir.

Birinci istasyon uygulamasının bitiminde, öğrencilere boş kağıtlar dağıtılarak, öğrencilerden dersi değerlendirmeleri ve derste yaptıklarını anlatmaları istenmiştir.

Öğrencilerin doldurmuş oldukları kâğıtlar toplanılmış ve araştırmacı tarafından dosyalanmıştır.

Pilot uygulamanın ikinci haftasında, ikinci istasyona başlanmıştır. Öğrencilere nasıl çözüm önerisi üretileceği ve uygun çözüm önerisinin nasıl seçileceği ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Sonrasında öğrencilerden grup halinde çalışarak, bir önceki hafta belirlemiş oldukları problemin çözümüne yönelik çözüm önerileri üretmeleri istenmiştir. Öğrenciler çözüm önerilerinin arasından malzeme, zaman ve bütçe kriterlerini karşılayan çözüm önerisine karar vermişlerdir.

Pilot uygulamanın üçüncü haftasında, üçüncü istasyona başlanmıştır. Öğrencilere üçüncü istasyonda neler yapacakları ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Sonrasında öğrencilerden hayallerinde bulunan çözüm önerisi doğrultusunda problemin çözümü için uygun olabileceğini düşündükleri tasarımın, nerede, nasıl, hangi malzemeleri ne için kullanacakları şeklinde tasarımın genel özelliklerini not almaları ve tasarım önerisinin bir taslak çizimini açıklayıcı bir şekilde çizmeleri istenmiştir.

Öğrenciler hayallerinde tasarladıkları tasarımı gerçekleştirebilmek adına bireysel olarak gerekli araştırmaları yapmışlardır. Bireysel bir şekilde yapmış oldukları araştırmalar sonucunda elde ettikleri veriler üzerinde grup olarak tartışmışlardır. Prototipin yapılandırılması için öğrencilerden bir daha ki uygulama gününe ne kadar malzemelerini temin etmeleri istenmiştir. Öğrenciler ders sonunda benzer şekilde günlüklerini yazmışlardır.

Pilot uygulamanın dördüncü haftasında, ders öğretmeninin yani araştırmacının COVİD- 19 virüsüne yakalanmasından dolayı ders öğretmeni uygulamaya katılım sağlayamamıştır. Bu sebepten uygulama yapılamamıştır.

Uygulamanın 5. ve 6. haftaları ders öğretmeni yani araştırmacını karantina süresi içerisinde olduğu için uygulama yapılamamıştır. Araştırmacının ders öğretmeni olması ve pandemiden dolayı karantinaya alınması öğrencilerin LGS sürecini olumsuz etkilemiş ve uygulamalar yaz tatilinde devam ettirilmek üzere ertelenmiştir.

LGS' nın bitmesi ile beraber, alınan valilik onayı doğrultusunda araştırmacı uygulamaya katılan 13 öğrenciden 4'u ile uygulamaya devam etmiştir. Araştırmacının bu 4 öğrenciyi seçme sebebi öğrencilerin aynı köyde yaşamalarıdır. Okulda başlanan uygulamada bu 4 öğrenci rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üreterek evde aydınlatmanın nasıl yapılacağını ve rüzgâr enerjisini etkileyen değişkenleri tespit etmeyi istemişlerdir. Bundan

dolayı kaldıkları yerden devam etmişlerdir. Öğrenciler rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretmek için bir rüzgâr tribünü ve bir ev yapmak için malzemelerini belirlemişlerdir. Malzemelerin temini aynı gün içinde araştırmacı tarafından yapılmıştır. Öğrenciler evin sağlam olması için sunta kullanmışlardır. Sunta üzerinde evin ebatlarını kendileri ölçüm yaparak kaydetmişler ve suntaların kestirme işlemi araştırmacı tarafından ilçe merkezinde bir marangoz tarafından yapılmıştır. Öğrenciler kesilmiş haldeki kare parçaları ile bir ev tasarlamışlardır. Elektrik motoru ve ledler kullanılarak rüzgâr gülünü yani rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretebilecekleri mekanizmayı kurmuşlardır. Rüzgârın hızının ampulün parlaklığına etkisinin olup olmadığını test etmek amacı ile yapmış oldukları tasarım üzerinde saç kurutma makinesini farklı ayarlarda çalıştırarak test etmişlerdir. Ardından öğrenciler elde ettikleri sonuçları kılavuzda yer alan grafik ve tablo alanına kaydetmişlerdir. Kayıt işleminin bitiminde öğrenciler günlüklerini doldurmuşlardır.

Öğrencilerin sunum yapacakları hafta araştırmacı kaza geçirmiş ve aracının yapımlarından dolayı uygulamanın sonu getirilememiştir.

Yapılan pilot uygulamada her bir grubun kendi kafasına göre problem belirlemesinden dolayı araştırma yapılırken zorluklar yaşandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin elde ettikleri verileri kaydederken düzensizlik yaşadıkları tespit edilmiştir. Bundan dolayı asıl uygulamada MEB 7. sınıf kitabında yer alan tasarım sürecine ek olarak öğrencilere problem durumları hazır olarak verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin kendini gelişimlerini izlemesi ve mevcut bilgileriyle yeni bilgiler arasında bağlantı kurması ve araştırma yaparken yol gösterici olması için hazır tablolar verilmiştir.

3.4.2. Asıl Uygulama Süreci

Uygulama 2021-2022 Eğitim-öğretim yılının güz yarıyılında bilim uygulamaları dersi kapsamında gerçekleştirilmiş ve 11 hafta sürmüştür. Uygulama sınıfta bulunan 3 öğrenci ile başlamış ve sonuna kadar bu 3 öğrenci ile devam etmiştir. Uygulamaya başlamadan önce, öğrencilere “Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği” ve “Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği” uygulanmıştır. Alınan izinler neticesinde uygulamalar, sınıf ve okul bahçesinde gerçekleştirilmiş olup uygulama başından sonuna kadar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Öğrencilere, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları hakkında detaylı bilgilendirme yapıldıktan sonra kılavuzlar dağıtılmış. Uygulama sürecinde her bir istasyon haftada iki ders saati olan bilim uygulamaları dersinde işlenmeye çalışılmıştır.

1. Hafta: 1. kılavuzdaki 1. istasyonun uygulama süreci

Uygulamanın 1. haftasında öğrencilere 1. kılavuz için hazırlanan büyük tasarım görevi araştırmacı tarafından tanıtılmıştır. Öğrenciler verilen tasarım görevindeki problemi bireysel olarak belirleyerek kılavuzun ilgili bölümüne not almışlardır.

Ders öğretmeni yani araştırmacı, kriter ve sınırlılıkların belirlenmesinde öğrencilere yol göstermesi amacı ile bir sınıf tartışması ortamı oluşturmuştur. Daha sonra öğrenciler problemin çözümü için tasarlayacak oldukları ürünün kriter ve sınırlılıklarını belirlemişlerdir. Ardından öğrenciler konu ile ilgili neler biliyor olduklarını, neler öğrenmeleri gerektiği ve yapılan araştırmalar sonucunda neler öğrendiklerini not almaları için hazırlanan K-W-L tablosunu doldurmuşlardır. Aynı zamanda öğrenciler problem konusu ile ilgili 5N1K tablosunu kullanarak sorular hazırlamışlar ve sorular doğrultusunda araştırmalarını yapmışlardır. Öğrenciler araştırmalarını bireysel yapmışlar ve sonra bir araya gelerek bilgi alışverişinde bulunmuşlardır. Öğrenciler araştırma yaparken sınıftaki etkileşimli tahtayı, okulda bulunan kütüphaneyi ve kitaplarını kendi istekleri doğrultusunda serbest olarak kullanmışlardır. Dersin sonunda öğrenciler dersin değerlendirmesini ve derste yaptıklarını günlüklerine yazmışlardır. Son olarak diğer hafta yapılacak işlemler için öğrenciler araştırmacı tarafından bilgilendirilmiştir.

2. Hafta: 1. kılavuzdaki 2. istasyonun uygulama süreci

Öğrenciler bir önceki hafta yaptıklarını kontrol etmek ve gözden geçirmek adına kılavuzlarını incelemişlerdir.

Öğrenciler bir önceki aşamada yapılan araştırmaları gözden geçirmiş ve belirlenen kriterler ve sınırlılıklar doğrultusunda problemin çözümüne yönelik bireysel olarak öneriler belirlemişlerdir. Bireysel belirledikleri bu önerileri kriter ve sınırlılıklar dahilinde değerlendirmişlerdir. Ardından bir araya gelerek bireysel belirlenmiş oldukları önerileri tartışmışlar ve problemin çözümüne en uygun olan öneriye ortak karar vermişlerdir. Öğrenciler iki ders saatinde yaptıklarını, duygu ve düşüncelerini günlüklerine yansıtmışlar ve öğretmen günlükleri toplamıştır. Haftaya bilim uygulamaları dersinde yapılacak işlemler hakkında öğrencileri bilgilendirilmiştir.

3. Hafta: 1.kılavuzdaki 3. istasyonun uygulama süreci

Öğrenciler ortak kararları doğrultusunda belirledikleri çözüm önerisinden sonra hayallerinde bulunan tasarımın genel özellikleri, boyutları, ne için tasarlamak istediğini ve dış görünüşünü bireysel olarak kılavuzlarına not almışlardır. Sonra öğrenciler tasarım

önerisinin birer taslağını iki boyutlu olarak kılavuzda çizim için ayrılan boşluğa açıklamalı bir şekilde çizmeye çalışmışlardır. Ardından öğrenciler bir araya gelerek birbirlerine hayallerinde olan tasarımlardan bahsetmişler ve çizimleri üzerinden yola çıkarak hayallerinde olan tasarımı anlatmışlardır. Öğrenciler grup halinde çalışarak daha önce benzer amaçlar doğrultusunda yapılan ürünleri araştırmışlar ve elde ettikleri araştırma verilerini yorumlayarak tasarımı geliştirmeye çalışmışlardır. Bu istasyonda, tasarımın yapımına geçilmeden önce, tasarımı gerçekleştirmeye yönelik işlem basamaklarını ve yapım sürecini her bir öğrenci kılavuzuna yazmış ve grup arkadaşları ile paylaşmıştır. Öğrenciler günlüklerini aynı şekilde doldurmuş ve günlükler öğretmen tarafından toplanıp dosyalanmıştır. Ders öğretmeni öğrencilerin haftaya ki bilim uygulamaları dersine hazırlıklı gelmeleri adına, 3.istasyonun devamı olan tasarımın grup halinde gerçekleştirilmesi aşaması ile ilgili öğrencileri bilgilendirmiştir. Ayrıca öğrencilerden tasarım için malzemeleri temin etmelerini istemiştir.

4. Hafta: 1. Modüldeki 3. istasyonun devamının uygulama süreci

Öğrenciler işbirliği halinde çalışarak tasarımı yapmaya başlamışlardır. Tasarım yapılırken yaşanan bazı grup içi anlaşmazlıklardan kaynaklı olarak tasarım iki ders saatinde tamamlanamamıştır. Tasarımın diğer haftaya kalmaması için hafta sonu da uygulama yapılarak tasarım tamamlanmıştır. Öğrenciler kılavuzda yer alan ana tasarım görevi doğrultusunda bir tane kompost haznesi tasarlamışlardır. Öğrenciler tasarımda ısı üretimini gözlemlemek için ölçüm yapmışlar ve elde ettikleri verileri grafik ve tabloya not etmişlerdir. (Diğer kılavuz işlenirken de kompost için ölçümler devam etmiştir.)

Dersin sonunda, öğrenciler dersi değerlendirmek ve derste ne yaptıklarından bahsetmek için günlüklerini doldurmuşlardır. Öğrencilerin günlükleri toplanılmış ve araştırmacı tarafından dosyalanmıştır. Öğretmen öğrencilere haftaya tasarımı sunacaklarını belirtmiş ve öğrencilerden sunum için hazırlıklı gelmelerini ve bir sunum metni hazırlamalarını istemiştir.

5. Hafta: 1. kılavuzdaki 4. istasyonun uygulama süreci

Öğrenciler hazırladıkları sunumlardan yardım alarak tasarımın sunumunu yapmışlardır.

Sunumun sonunda, öğrencilerden birinci uygulama sürecini yürütürken kendilerini güçlü ve zayıf hissettikleri noktaları açıklamaları ile yazmaları istenmiştir. Öğrenciler

günlüklerine sunuma yönelik deneyimlerini yazmış ve günlükler öğretmen tarafından toplanmıştır.

6. Hafta: 2. Modüldeki 1. İstasyonun uygulama süreci

2.kılavuz için hazırlanmış olan büyük tasarım görevi araştırmacı tarafından tanıtılmıştır. Öğrenciler verilen tasarım görevinde sunulan problemi belirleyerek kılavuzlarına kaydetmişlerdir. Ardından öğrenciler bireysel çalışarak problemin çözümü için gerekli kriter ve sınırlılıkları belirlemişlerdir. Sonrasında öğrenciler konu ile ilgili bildiklerini, öğrenmeleri gerektiklerini ve yapılan araştırmalar sonucunda öğrendiklerini not almaları için hazırlanan K-W-L tablosunu doldurmuşlardır. Aynı zamanda öğrenciler problem durumu ile ilgili 5N1K tablosunu kullanarak sorular hazırlamışlar ve sorular doğrultusunda araştırmalarını yapmışlardır. Öğrenciler araştırma yaparken sınıfta ki etkileşimli tahtayı, okulda bulunan kütüphaneyi ve kitaplarını kendi istekleri doğrultusunda serbest olarak kullanabilmişlerdir. Öğrenciler ardından bir araya gelerek araştırma sonuçlarını birbirleri ile paylaşmışlar ve araştırma verilerini bir araya toplamışlardır. Öğrenciler günlüklerini doldurmasıyla ders sonlandırılmıştır.

7. Hafta: 2. kılavuzdaki 2. istasyonun uygulama süreci

Öğrenciler bir önceki aşamada yapılan araştırmalarını tekrar gözden geçirmiş ve belirlenen kriter ve sınırlılıklar doğrultusunda problemin çözümüne yönelik öneriler belirlemişlerdir. Ardından çözüm önerilerini kriterler bakımından karşılaştırmışlardır. Sonra bir araya gelerek tüm önerileri değerlendirerek en uygun olan çözüm önerisine karar vermişlerdir. Son olarak öğrenciler çözüm önerisi üretme ve en uygun çözüm önerisini seçme istasyonunda yaptıklarını, duygu ve düşüncelerini günlüklerine yazmışlardır.

8. Hafta: 2. kılavuzdaki 3. İstasyonun uygulama süreci

Öğrenciler çözüm önerisi doğrultusunda hayallerinde bulunan tasarımın genel özelliklerini belirlemek için tasarımın boyutları, ne için tasarlandığı, amacı, nerede kullanılacağı ve dış görünüşünü hakkındaki bilgileri bireysel olarak kılavuzlarına not almışlardır. Ardından öğrenciler tasarım önerisinin taslağını iki boyutlu olarak kılavuzda çizim için ayrılan boşluğa açıklamalı bir şekilde çizmeye çalışmışlardır. Hemen ardından öğrenciler bir araya gelerek birbirlerine hayallerinde olan tasarımdan bahsetmişler ve çizimleri üzerinden yola çıkarak anlatmışlardır. Daha sonra grup olarak benzer amaçlar için yapılmış ürünleri araştırmışlardır. Ardından öğrenciler tasarımı gerçekleştirmeye yönelik

işlem basamaklarını ve tasarımın yapım sürecini grup arkadaşları ile paylaşmış ve not almışlardır. Dersin bitiminde günlükleri doldurmuşlardır.

9. Hafta: 2. kılavuzdaki 3. istasyonun devamının uygulama süreci

Öğrenciler işbirliği halinde çalışarak tasarımlarını yapmışlardır. Tasarımın uzun sürmesinden kaynaklı olarak tasarımın yapımı hafta sonu devam etmiştir.

10. Hafta: 2. kılavuzdaki 3. istasyonun devamının uygulama süreci

Öğrenciler yapılandırdıkları tasarımı farklı değişkenler üzerinde test etmek amacı ile hipotezler belirlemişler ve hipotezleri test etmişlerdir. Yaptıkları denemeler sonucunda elde ettikleri verileri kılavuzlarında yer alan grafik ve tablo alanına not almışlardır. Öğrenciler deney ve gözlem sonuçlarını dikkate alarak tasarımda değişikliğe gerek olup olmadığına karar vermişlerdir. Yapmak istedikleri değişikliği ayrıntılı bir şekilde çizerek ya da yazarak ifade etmeye çalışmışlardır. Dersin sonunda öğrenciler günlüklerini doldurmuştur. Öğrencilerden bir sunum metni hazırlamaları istenilmiştir.

11. Hafta: 2. kılavuzdaki 4. istasyonun uygulama süreci

Öğrenciler grup halinde bir sunum hazırlamışlar ve sunumda görev paylaşımı yapmışlar ve ürünlerini okul arkadaşlarına tanıtmışlardır.

Yapılan sunumun ardından öğrenciler ikinci uygulama süreci boyunca kendilerinde güçlü ve zayıf gördükleri taraflarını yazılı olarak ifade etmişler ve günlüklerini doldurmuşlardır.

Uygulamaların bitiminde öğrencilere sürece başlamadan önce uygulanan "Bilimsel Süreç Becerisi Testi" ve "Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği" tekrardan uygulanmıştır. Öğrencilerin müsait oldukları zaman dilimlerinde öğrencilere görüşme soruları uygulanmış ve araştırmanın uygulama ve veri toplama süreci sona ermiştir.

Yukarıda bahsedilen işlemler Tablo 3.4' te sunulmuştur.

Tablo 3.4 Uygulama Aşamaları ve Haftaları

Uygulama Haftası	Yapılan İşlemler
Uygulama Öncesi	• Araştırmacı yani ders öğretmeni tarafından TTFE uygulamaları süreci hakkında bilgi verilmesi. • Öğrenci velilerinden gerekli izinlerin alınması. • Öğrenci grubunun oluşturulması. • "Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği" ve "Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği" uygulanması
1. Hafta	• 1. kılavuzun 1. istasyonunun grupla gerçekleştirilmesi. • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
2. Hafta	• 1. kılavuzun 2. istasyonunun grupla gerçekleştirilmesi. • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
3. Hafta	• 1. kılavuzun 3. istasyonunun grupla gerçekleştirilmesi. • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
4. Hafta	• 1. kılavuzun 3. istasyonunun devamı (tasarımın gerçekleştirilmesi). • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
5. Hafta	• 1.kılavuzun sunumu. • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
6. Hafta	• 2. kılavuzun 1. istasyonunun grupla gerçekleştirilmesi. • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
7. Hafta	• 2. kılavuzun 2. istasyonunun grupla gerçekleştirilmesi. • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
8. Hafta	• 2. kılavuzun 3. istasyonunun grupla gerçekleştirilmesi. • Öğrenci günlüklerinin yazılması
9. Hafta	• 2. kılavuzun 3. istasyonunun devamı (tasarımın gerçekleştirilmesi) • Öğrenci günlüklerinin yazılması
10. Hafta	• 2. kılavuzun 3. İstasyonuna devam (test etme ve değerlendirme aşaması) • Öğrenci günlüklerinin yazılması.
11. Hafta	• 2.kılavuzun sunumu • Öğrenci günlüklerinin yazılması
Uygulama Sonrası	• "Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği" ve "Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği" uygulanması • Görüşme sorularının uygulanması.

3.5. Verilerin Analizi

Bu çalışmada karma yöntemler araştırma modeli kullanılmıştır. Çalışma esnasında hem nicel hem nitel veriler toplanmıştır. Nicel ve nitel verilerin çözümlenmesi, nicel verilerin analizi ve nitel verilerin analizi olmak üzere açıklanmıştır.

3.5.1. Nicel Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında TTFE uygulama sürecinde öğrencilerin, bilimsel süreç becerileri ve fen öğrenme becerilerindeki değişimin belirlenmesi için ön test ve son testten elde edilen veriler kullanılmıştır. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği ve Fen Öğrenme Becerisi Ölçeğinden elde edilen verilerin çözümlenmesinde toplam puan ve ortalama hesaplanması gibi betimsel istatistiklere yer verilmiştir.

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi

Araştırma dahilinde, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerinde meydana gelen değişimi incelemek için kılavuzlardan ve mühendislik tasarım becerilerini değerlendirme rubriğinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin sürece yönelik görüşlerinin belirlenmesi için yarı yapılandırılmış görüşme formu ve serbest öğrenci günlüklerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Toplanan veriler betimsel analiz ve içerik analizi yaklaşımlarına uygun olarak çözümlenmiştir. Nitel veri analizi, görüşme, gözlem, öğrenci günlükleri ve dokümanlardan elde edilen verilerin araştırmacı tarafından analiz edilerek sonuçların rapor edildiği bir süreçtir (Bayar, 2021). Bu çalışmada nitel veri analizlerinden içerik analizi ve betimsel analiz beraber kullanılacaktır.

İçerik analizi, herhangi bir konu ile ilişkili, metnin içeriği hakkında bilgi verecek kelimelerin ya da kelime gruplarının sistematik olacak şekilde özetlenmesi, kategoriler şeklinde ayrılması ve önceden belirlenmiş olan kurallar dahilinde kodların oluşturulmasına denilmektedir (Büyüköztürk, Kılıç, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demiral, 2008, akt. Eroğlu ve Bektaş, 2016). İcerik analizinde amaç, toplanmış verilerin açıklanmasına yardımcı olacak kavramlara ulaşmak ve verilerde gizlenebilecek gerçekleri açığa çıkarmaktır (Yıldırım ve Şimsek, 2008). İçerik analizi süreci dahilinde, birbirine benzeyen nitel haldeki veriler belirli tema ve kategoriler altında toplanır ve daha sonra sebep sonuç ilişkisi kurulacak şekilde yorumlanarak istenilen sonuçlara ulaşılmaya çalışılır (Yıldırım ve Şimsek, 2013 akt. Eroğlu ve Bektaş, 2016). Bu araştırmada öğrencilerin yarı yapılandırılmış görüşme formunu, günlükleri ve kılavuzları samimiyetle cevaplamaları ve alınan cevapların derinlemesine analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için yarı yapılandırılmış görüşme formu, günlükler ve kılavuzlar içerik analizine tabi tutulmuştur.

Betimsel analizde ise veriler daha önceden belirlenmiş çerçeve, tema ve kodlara göre analiz edilir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırmada mühendislik tasarım

süreci kılavuzlarının analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci aşamalarındaki performanslarını değerlendirmek için mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı (EK 3) kullanılmıştır. NASA (2015, s.33)' in mühendislik tasarım sürecini değerlendirmek için kullandığı bu rubrik Uzel (2019) tarafından Türkçe' ye çevrilmiştir.

Elde edilen veriler araştırmacı dışında, 4 yıllık mesleki tecrübesi olan fen bilgisi öğretmeni ve eğitim yönetimi alanında yüksek lisans mezunu ve nitel verilerin analizine yönelik eğitim almış bir öğretmen kodlamaya dahil edilmiştir. Kodlayıcılar arasında tutarlılığın belirlenmesi için "görüş birliği" ve "görüş ayrılığı" biçiminde işaretlemeler yapılmıştır. Kodlayıcıların aynı görüşte oldukları kodlar görüş birliği, farklı görüşte oldukları kodlar görüş ayrılığı olarak tespit edilmiştir. Veri analizinde güvenirliğin kontrol edilmesi ve belirlenmesi için Miles ve Huberman (1994) tarafından tavsiye edilen formül kullanılmıştır.

Formül üzerinde yapılan hesaplama sonucunda veri analizinin güvenirlik değeri %85 olarak bulunmuştur. Veri analizinin güvenirliğinin bu yolla hesaplanması durumunda değerin %70 ve üzeri olması gerektiği vurgulanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013, akt. Bayar, 2021). Bu doğrultuda yapılan veri analizinin güvenilir olduğu söylenebilir.

3. 6 Geçerlik ve Güvenirlik

Çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini etkileyen bazı durumları, azaltmak için araştırmacı çalışma sürecinde bazı önlemler almaya çalışmıştır (Bektaş ve Eroğlu, 2016). Araştırmacı tarafından araştırma süreci boyunca alınan önlemler aşağıda yer alan Tablo 3. 5 'de sunulmuştur.

Tablo 3.5 Çalışmada Alınan Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri

Geçerlik	İç Geçerlik	Uzman görüşüne başvurulması Katılımcı onayı Uzun süreli etkileşim Elde edilen bulguların doğrudan alıntısı
	Dış Geçerlik	Veri toplama aracının açıklanması Uygulama sürecinin açıklanması Çalışma grubu ile ilgili açıklamada bulunulması Çalışma grubunu seçim şeklinin açıklanması Çalışma grubunun özellikleri ile ilgili bilgi verilmesi Araştırmacının rolünün ifade edilmesi Kullanılan yöntem şeklinin seçim gerekçeleri ile beraber açıklanması Geçerlik ve güvenirlik ile ilgili önlemlerin ifade edilmesi
Güvenirlik	İç Güvenirlik	Ses kayıt cihazı kullanılarak veri ile ilgili kaybın önlenmesi Elde edilen bulguların herhangi bir yorum yapılmadan alıntı şekline verilmesi
	Dış Güvenirlik	Verilerin sonuç kısmına uygun şekilde tartışmaya sunulması Veriler arasında tutarlılığın kontrol edilmesi

Çalışmanın iç geçerliliğinin sağlanması için çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmadan önce uzman görüşüne başvurulmuştur. Hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile ilgili biri akademisyen ve biri öğretmen olmak üzere iki konu uzmanının görüşleri alınmıştır. Ardından ise görüşmeye katılacak öğrencilerden görüşme formunda yer alan soruları okuyup, soruların anlaşılır olup olmadıklarını hakkında değerlendirmede bulunmaları istenmiştir. Uzman görüşleri sonucunda elde edilen yorumlar ve değerlendirmeler doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan sorular araştırmacı tarafından yeniden düzenlenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sırasında her soru sorulduğunda öğrencilerden alınan cevaplar tekrar edilerek öğrencilerden cevaplarını teyit etmeleri istenmiş eğer yanlış anlaşılma durumları varsa anında düzeltilmiştir. Görüşme yapılmadan önce öğrencilere açıklamalarda bulunulmuştur. Görüşme bir öğrenci ve araştırmacı arasında olmuş ve sohbet havasında geçirilmeye çalışılmıştır. Görüşmeler 20-25 dakika kadar sürmüştür. Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlar bulgular kısmında aynı şekilde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Dış geçerliliğin sağlanması için araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin analiz edilmesi ve bulguların nasıl düzenlendiği ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Araştırmacı süreçte önyargılardan arınmış bir şekilde görev almıştır. Ayrıca araştırmacı çalışmada yaptıklarını detaylı bir şekilde paylaşmıştır. Geçerliliğin tanımını, Yıldırım ve Şimşek (2013) araştırma sonuçlarının benzer çerçeve olaylara uyarlanabilirliği olarak tanımlamış ve aktarılabilirlik olarak değerlendirmişlerdir (Akt. Eroğlu ve Bektaş, 2016). Bu çalışmada, dış geçerliliği sınırlayıcı bir etken olarak araştırmaya katılan katılımcıların üç kişi ile sınırlı olması gösterilebilir.

Bu çalışmanın iç güvenilirliği bir diğer adıyla tutarlılığını arttırmak için görüşme, serbets öğrenci günlükleri ve kılavuzlaradan elde edilen cevaplar başka bir araştırmacı tarafından kodlanılmış ve fikirler arasındaki uyuma bakılmıştır. Bir diğer taraftan iç güvenilirliği sağlamak ve arttırmak amacıyla veri toplama araçları ile elde edilen bulgular okuyucuya sunulurken herhangi bir yorum yapılmamıştır. Görüşmeler esnasında ses kayıt cihazı kullanılarak katılımcıların sesleri alınmış ve veri kayıpları önlenmeye çalışılmıştır. Bu anlatılanlar ışığında araştırmanın tutarlılığı arttırılmaya çalışılmıştır.

Çalışma sürecince alınan önlemlerden bir diğeri olan çalışanın dış güvenilirliğinin sağlanması ve arttırılması için araştırma sonucunda elde edilen bulgular tartışma ve sonuç kısmında araştırmacı tarafından literatür ile desteklenerek tartışılmıştır.

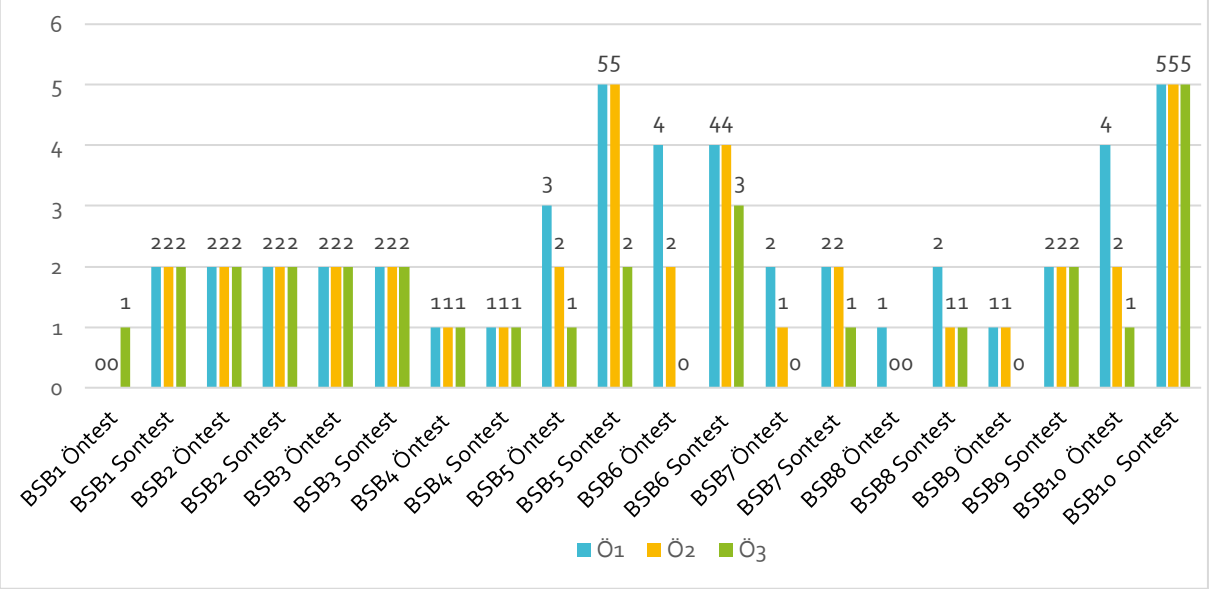
BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırma kapsamında yapılan veri analizleri sonucunda elde edilen bulgular araştırmanın alt boyutları doğrultusunda özetlenerek yorumlanmıştır.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu kısımda birinci alt problemi olan "Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde bilimsel süreç becerileri nasıldır?" sorusuna yanıt aranmıştır. Bilimsel Süreç Becerisi Testinden elde edilen verilere göre yapılan betimsel istatistiksel sonucunda öğrencilerin, ölçeğin alt boyutları ön test, son test toplam puanları yorumlanmıştır. Şekil 4.1'de öğrencilerin bilimsel süreç becerisi ölçeği alt boyutları toplam puanlarının öğrenci bazlı ön test, son test gelişimi grafik olarak sunulmuştur.



Kısaltmalar: *BSB1: Gözlem yapma; BSB2: Sınıflama yapma; BSB3: Çıkarım yapma; BSB4: Tahmin yapma; BSB5: Deney yapma; BSB6: Hipotez kurma; BSB7: Verileri yorumlama; BSB8: Uzay zaman ilişkisi kurma; BSB9: Problemi belirleme; BSB10: Değişkenleri belirleme ve kontrol etme.*

Şekil 4.1. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği Alt Boyutlarının Öğrenci Bazlı Ön- Son Test Toplam Puanları Grafiği

Uygulamaya katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerisi ölçeğinin alt boyutlarına ait ön test ve son test toplam puanları incelendiğinde, genel olarak öğrencilerin uygulama

sonrası toplam puanlarında artış gösterdiği görülmüştür. Ölçeğin sınıflama, çıkarım ve tahmin yapma alt boyutlarının son test ortalamalarında bir artış veya azalış görülmemiştir.

Beceriler madde madde incelendiğinde 1.ve 2. sorular bilimsel süreç becerisi ölçeğinin, gözlem yapma alt boyutu ile ilgilidir. Gözlem yapma becerisi ile ilgili Ö1ve Ö2 kodlu öğrencilerin ön testte aldıkları toplam puan (N=0.0), son testte aldığı toplam puan (N= 2. 0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 1. 0) son testte aldığı toplam puan (N= 2. 0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin gözlem yapma becerilerinde olumlu yönde bir değişim olduğu görülmüştür.

3 ve 4. soruları sınıflama yapma, 5. ve 6. sorular çıkarım yapma becerisi ile ilgilidir. Sınıflama ve çıkarım yapma becerisinde, öğrencilerin tümünün ön testte aldığı toplam puan (N=2. 0), son testte aldığı toplam puan (N= 2. 0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin sınıflama ve çıkarım yapma becerilerinde olumlu veya olumsuz yönde bir değişim olmadığı görülmüştür.

7. soru maddesi tahmin yapma becerisine yöneliktir. Tahmin yapma becerisinde, öğrencilernin tümünün ön testte aldığı toplam puan (N=1.0), son testte aldığı toplam puan (N= 1.0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin tahmin yapma becerilerinde olumlu veya olumsuz yönde bir değişim olmadığı görülmüştür.

8, 12, 13, 15 ve 21. soru maddeleri deney yapma becerisine yöneliktir. Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N=3.0), son testte aldığı toplam puan (N= 5.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 2.0) son testte aldığı toplam puan (N=5.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 1.0) son testte aldığı toplam puan (N= 2.0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin deney yapma becerilerinde olumlu yönde bir değişim olduğu görülmüştür.

10, 11, 17 ve 23. Soru maddeleri hipotez kurma becerisi ile ilgilidir. Bu beceriden, Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N=4.0), son testte aldığı toplam puan (N= 4.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 2.0) son testte aldığı toplam puan (N=4.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 0.0) son testte aldığı toplam puan (N= 3.0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde hipotez kurma becerisinde Ö1 kodlu öğrencide olumlu veya

olumsuz anlamda bir değişim olmadığı, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerde olumlu yönde bir değişim olduğu görülmüştür.

9. ve 26. sorular verileri yorumlama becerisi ile ilgilidir. Bu beceri boyutundan Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N=2.0), son testte aldığı toplam puan (N= 2.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 1.0) son testte aldığı toplam puan (N=2.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 0.0) son testte aldığı toplam puan (N= 1.0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde verileri yorumlama becerisinde Ö1 kodlu öğrencide olumlu veya olumsuz anlamda bir değişim olmadığı, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerde olumlu yönde bir değişim olduğu görülmüştür.

14. ve 27. sorular, uzay zaman ilişkisini kurma becerisi ile ilgilidir. Bu beceri boyutundan Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N=1.0), son testte aldığı toplam puan (N= 2. 0); Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin ön testte aldığı toplam puan (N= 0.0) son testte aldığı toplam puan (N=1) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin uzay zaman ilişkisini kurma becerisinde olumlu yönde bir değişim olduğu görülmüştür.

16. ve 22. soru maddelerinin ilgili olduğu problemi belirleme becerisinde, Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin ön testte aldığı toplam puan (N=1.0), son testte aldığı toplam puan (N= 2.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 0. 0) son testte aldığı toplam puan (N= 2.0) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin problemi belirleme becerisinde olumlu yönde bir değişim olduğu görülmüştür.

18, 19, 20, 24. ve 25. Soru maddelerinden oluşan değişken belirleme ve kontrol etme alt beceri boyutunda, Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N=4.0), son testte aldığı toplam puan (N= 5.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 2.0) son testte aldığı toplam puan (N=5.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı toplam puan (N= 1.0) son testte aldığı toplam puan (N= 5.0) olarak bulunmuştur. Öğrencilerin tümünün değişken belirleme ve kontrol etme becerisinde olumlu yönde bir değişim gösterdikleri görülmüştür.

Tablo 4.1'de öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği alt boyutlarından aldıkları ön test ve son test toplam puanları sunulmuştur.

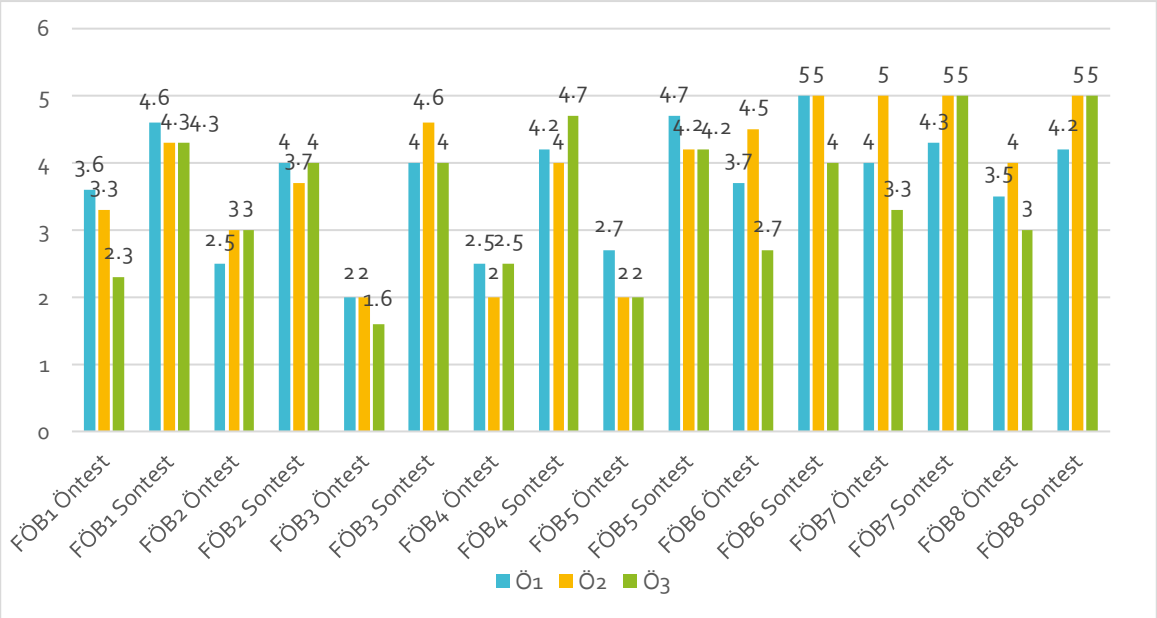
Tablo 4.1. Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerisi Testti Alt Boyutlarından Aldıkları Ön test - Son test Toplam Puanlarına Yönelik Bulgular

No	Testin ölçtüğü beceriler	Öntest puanları			Sontest puanları			Açıklama
		Ö1	Ö2	Ö3	Ö1	Ö2	Ö3	
1	Gözlem yapma	0	0	0	1	1	1	Öğrencilerin tümünün gözlem yapma becerisi toplam puanlarında artış olduğu bulunmuştur.
2		0	0	1	1	1	1	
Gözlem yapma toplam puanı		0	0	1	2	2	2	
3	Sınıflama yapma	1	1	1	1	1	1	Öğrencilerin tümünün sınıflama yapma becerisinde aldıkları toplam puanlar değişmemiştir.
4		1	1	1	1	1	1	
Sınıflama yapma toplam puanı		2	2	2	2	2	2	
5	Çıkarım yapma	1	1	1	1	1	1	Öğrencilerin tümünün çıkarım yapma becerisinde aldıkları toplam puanlar değişmemiştir.
6		1	1	1	1	1	1	
Çıkarım yapma toplam puanı		2	2	2	2	2	2	
7	Tahmin yapma	1	1	1	1	1	1	Öğrencilerin tümünün tahmin yapma becerisinde aldıkları toplam puanlar değişmemiştir.
Tahmin yapma toplam puanı		1	1	1	1	1	1	
8	Deney yapma	0	0	0	1	1	0	Öğrencilerin tümünün deney yapma becerisine ait toplam puanları artış göstermiştir.
12		1	1	0	1	1	1	
13		1	-	0	1	1	0	
15		1	1	-	1	1	0	
21		0	0	1	1	1	1	
Deney yapma toplam puanı		3	2	1	5	5	2	
10	Hipotez kurma	1	1	1	1	1	0	Öğrencilerden Ö1 kodlu öğrencinin hipotez kurma becerisine ait toplam puanını süreç içinde değişmezken, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin toplam puanları artış göstermiştir.
11		1	0	0	1	1	1	
17		1	1	0	1	1	1	
23		1	0	0	1	1	1	
Hipotez kurma toplam puanı		4	2	1	4	4	3	
9	Verileri yorumlama	1	0	0	1	1	1	Ö1 kodlu öğrencinin verileri yorumlama becerisine ait toplam puanının değişmediği, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin ise puanlarında artış olduğu tespit edilmiştir.
26		1	1	0	1	1	0	
Verileri yorumlama toplam puanı		2	1	0	2	2	1	
14	Uzay zaman ilişkisi kurma	0	-	0	1	0	0	Öğrencilerin tümünün uzay ilişkisi kurma becerisine ait toplam puanlarının arttığı tespit edilmiştir.
27		1	0	0	1	1	1	
Uzay zaman ilişkisi kurma toplam puanı		1	0	0	2	1	1	
16	Problemi belirleme	0	1	0	1	1	1	Öğrencilerin tümü problem belirme becerisinde gelişim göstermişlerdir.
22		1	0	0	1	1	1	
Problemi belirleme toplam puanı		1	1	0	2	2	2	
18	Değişkenleri belirleme ve kontrol etme	0	1	0	1	1	1	Öğrencilerin tümü değişken belirleme ve kontrol etme becerisinde olumlu yönde değişim göstermişlerdir.
19		1	0	1	1	1	1	
20		1	-	0	1	1	1	
25		1	1	0	1	1	1	
24		1	0	0	1	1	1	
Değişkenleri belirleme ve kontrol etme toplam puanı		4	2	1	5	5	5	
Testten Alınan Toplam puan		20	13	9	27	26	20	Öğrenciler ölçekten aldıkları toplam puanlar süreç içerisinde artmıştır.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi olan "Öğrencilerin Tasarım Temelli Fen Eğitimi uygulamaları sürecinde fen öğrenme becerileri nasıldır?" sorusuna yanıt bulmak için veriler betimsel istatistiklerden alt boyutların ortalamaları analizi edilmiştir. Öğrencilerin Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamaları

hesaplanmıştır. Analiz sonuçları tablo ve grafik sunulup yorumlanmıştır. Şekil 4.2'de öğrencilerin Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği alt boyutları ortalama puanlarının öğrenci bazlı ön test ve son test gelişimi grafik olarak sunulmuştur.



Kısaltmalar: *FÖB1: Soru ve hipotez önerme; FÖB2: Planlama; FÖB3: Deney yapma ve veri toplama; FÖB4: Veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma; FÖB: İfade etme; FÖB6: Değerlendirme; FÖB7: Etkileşimde bulunma; FÖB8: Müzakere etme.*

Şekil 4.2. Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutlarının Öğrenci Bazlı Ön- Son Test Ortalama Puanları Grafiği

Uygulamaya katılan öğrencilerin fen öğrenme becerisi ölçeğinin alt boyutlarına yönelik ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde, öğrencilerin olumlu yönde değişim gösterdikleri görülmektedir. Beceriler tek tek incelendiğinde; 1, 2 ve 3. sorularından oluşan soru ve hipotez önerme alt boyutunda Ö1 kodlu öğrencinin ön testten aldığı puanların ortalaması (X=3.6) iken son testten aldığı puanların ortalaması (X=4.6); Ö2 kodlu öğrencinin ön testten aldığı puanların ortalaması (X=3.3), son testten aldığı puanların ortalaması (X=4.3); Ö3 kodlu öğrencinin ön testten aldığı puanların ortalaması (X= 2. 3), son testten aldığı puanların ortalaması (X=4.3) olarak bulunmuştur. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün soru ve hipotez önerme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçeğin 4, 5, 6 ve 7. soruları ile ilgili olan planlama alt boyutunda, Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X=2.5), son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 3.0) son testte aldığı puanların ortalaması (X=3.7); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 3. 0) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4. 0) olarak bulunmuştur.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün planlama becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçeğin 8, 9 ve 10. sorularının ilgili olduğu deney yapma ve veri toplama alt boyutunda, Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X=2.0), son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.6) son testte aldığı puanların ortalaması (X=4.7); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 1.6) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.0) 'dur. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün deney yapma ve veri toplama becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçeğin 11, 12, 13 ve 14. Soruların ilgili olduğu veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma alt boyutunda Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2.5) son testte aldığı aldığı puanların ortalaması (X= 4.2); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2.0) son testte aldığı puanların ortalaması (X=4. 0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2.5) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.7)'dır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçeğin 15, 16, 17 ve 18. soruları ifade etme alt boyutu ile ilgilidir. Bu boyutta Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2. 7) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.2); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2.0) son testte aldığı puanların ortalaması (X=4.2); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2.0) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4. 2) olarak bulunmuştur. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün ifade etme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçeğin 19, 20, 21 ve 22. sorularından oluşan değerlendirme alt boyutunda Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 3. 7) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 5.0); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X=4.5) son testte aldığı puanların ortalaması (X=5. 0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 2.7) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.0) olarak bulunmuştur. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün değerlendirme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçeğin 23, 24 ve 25. sorularından oluşan etkileşimde bulunma alt boyutunda Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 4. 0) son testte aldığı puanların

ortalaması (X= 4.3); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X=5.0) son testte aldığı puanların ortalaması (X=5.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 3.3) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 5.0) olarak bulunmuştur. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün etkileşimde bulunma becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Ölçekte bulunan son alt boyut olan müzakere etme alt boyutunu 26, 27, 28 ve 29. sorular oluşturmaktadır. Bu alt boyutta Ö1 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 3.5) son testte aldığı puanların ortalaması (X= 4.2); Ö2 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X=4.0) son testte aldığı puanların ortalaması (X=5.0); Ö3 kodlu öğrencinin ön testte aldığı puanların ortalaması (X= 3.0) iken son testte aldığı puanların ortalaması (X= 5.0)'dır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin tümünün müzakere etme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.

Tablo 4.2'de öğrencilerin fen öğrenme becerisi ölçeği alt boyutlarından aldıkları ortalama puanlar ön test ve son test doğrultusunda sunulmuştur.

Tablo 4.2 Öğrencilerin Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği Alt Boyutlarından Aldıkları Ön test - Son test Ortalama Puanlarına Yönelik Bulgular

No	Ölçeğin Ölçtüğü Beceriler	Öntest			Sontest			Sonuç Açıklaması
		Ö1	Ö2	Ö3	Ö1	Ö2	Ö3	
1	Soru ve hipotez önerme	4	5	2	5	5	5	Öğrencilerin soru ve hipotez önerme becerisi ortalamalarında olumlu yönde bir değişim bulunmuştur.
2		3	2	3	4	4	4	
3		4	3	2	5	4	4	
Soru ve hipotez önerme beceri ortalaması		3.6	3.3	2.3	4.6	4.3	4.3	
4	Planlama	3	2	3	4	3	3	Öğrencilerin planlama becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
5		2	4	2	4	4	3	
6		3	4	4	4	4	5	
7		2	2	3	4	4	5	
Planlama becerisi ortalaması		2.5	3.0	3.0	4.0	3.7	4.0	
8	Deney yapma ve veri toplama	3	3	3	4	5	5	Öğrencilerin deney yapma ve veri toplama becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
9		2	2	1	4	4	3	
10		1	1	1	4	5	4	
Deney yapma ve veri toplama beceri ortalaması		2.0	2.0	1.6	4.0	4.6	4.0	
11	Veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma	3	3	3	4	3	4	Öğrencilerin veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
12		2	2	3	4	4	5	
13		3	1	2	5	4	5	
14		2	2	2	4	5	5	
Veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma becerisi ortalaması		2.5	2.0	2.5	4.2	4.0	4.7	
15	İfade etme	3	2	2	5	4	5	Öğrencilerin ifade etme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
16		2	1	1	5	5	3	
17		3	3	3	5	4	4	
18		3	2	3	4	4	5	
İfade etme becerisi ortalaması		2.7	2.0	2.0	4.7	4.2	4.2	
19	Değerlendirme	4	4	5	5	5	5	Öğrencilerin değerlendirme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
20		3	5	2	5	5	3	
21		4	5	1	5	5	3	
22		4	4	3	5	5	5	
Değerlendirme becerisi ortalaması		3.7	4.5	2.7	5.0	5.0	4.0	
23	Etkileşimde bulunma	3	5	2	4	5	5	Öğrencilerin etkileşimde bulunma becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
24		5	5	5	5	5	5	
25		4	5	3	4	5	5	
Etkileşimde bulunma becerisi ortalaması		4.0	5.0	3.3	4.3	5.0	5.0	
26	Müzakare etme	3	4	3	4	5	5	Öğrencilerin müzakare etme becerisine ait ortalamaları olumlu yönde değişmiştir.
27		2	5	3	4	5	5	
28		5	3	4	5	5	5	
29		5	3	4	5	5	5	
Müzakare etme becerisi ortalaması		3.5	4.0	3.0	4.2	5.0	5.0	

4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Bulguların bu kısmında araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Öğrencilerin Tasarım Temelli Fen Eğitimi uygulamaları sürecinde mühendislik tasarım süreci aşamalarını uygulama becerileri nasıldır?" sorusuna cevap aranmıştır. Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerinin, süreç boyunca nasıl değiştiğini incelemek için çalışma grubundaki her bir öğrencinin iki kılavuz için de sergiledikleri performanslar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, kılavuzlar, serbest öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin mühendislik tasarım süreci aşamaları ile ilgili becerilerindeki değişimi daha iyi

anlayabilmek için, mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğinden elde edilen verilerde dikkate alınmıştır. Bu bölümde kılavuzdaki istasyonlar tek tek ele alınmış ve her istasyonun altında bulunan becerilerin değişimi yorumlanmıştır.

1. İstasyona Yönelik Bulgular

Bu istasyon, öğrencilere ana tasarım görevinin tanıtılması ile başlar. Öğrencilerden ana tasarım görevini inceleyip analiz etmesi ve problemi belirlemeleri istenir. Öğrenciler problemi belirledikten sonra, problemi çözebilmek için kriter ve sınırlılıkları oluşturur. Ardından problem hakkında detaylı araştırma yaparlar.

Ana tasarım görevinde öğrencilere bir problem durumu verilir ve öğrencilerin problem durumunu keşfetmeleri sağlanır. Kılavuz 1'e yönelik ana tasarım görevi aşağıda sunulmuştur:

"Bir grup araştırmacı evsel atıkları ve çevrede bulunan atıkları kullanarak ısı enerjisi ve biyolojik gübre üretildiğini ispatlamak istemektedirler. Bunun için kolay ulaşabilecekleri malzemeler ile bir sistem tasarlamak istemektedirler. Araştırmacılar bu konuda sizden yardım beklemektedir." (Kılavuz 1)

Verilen bu ana tasarım görevinde, öğrencilerden evsel atıklar ve çevrede bulunan atıklardan ısı enerjisi ve biyolojik gübre üretimini sağlayacak bir hazne tasarlamaları istenilmiştir. Ayrıca ana tasarım görevinde hazne tasarlanırken kolay ulaşılacak malzemelerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Öğrenciler kılavuz 1'e yönelik verilen ana tasarım görevinde hissettikleri problemi bireysel olarak kılavuzlarının ilgili kısmını not almışlardır. Öğrencilerin belirledikleri problemler incelendiğinde, Ö1 kodlu öğrencinin belirlediği problemin açık ve ana tasarım görevine uygun olmadığı görülmektedir. Ö2 kodlu öğrencinin ana tasarım görevi ile ilgili belirlemiş olduğu problem incelendiğinde, öğrencinin ana tasarım görevinden ilgisiz bir problem belirlediği görülmektedir. Ayrıca öğrencinin kurmuş olduğu cümle bir problem cümlesi niteliği taşımamaktadır. Bu durum öğrencinin ilk aşamada ana tasarım görevini tam anlayıp, analiz edemediğini göstermektedir. Benzer şekilde, Ö3 kodlu öğrencinin de belirlemiş olduğu problem, problem durumunu yansıtmamaktadır. Ana tasarım görevinde öğrencilerden istenilen atıklardan ısı ve gübre üretmelerini sağlayacak bir hazne tasarlamalarıdır. Öğrenci ise belirlemiş olduğu problemde atıkların geri dönüşümü üzerinde durmuştur. Ayrıca öğrencinin kurmuş olduğu cümle problem cümlesi niteliğinde değildir. Elde edilen bu veriler öğrencilerin uygulamanın birinci kılavuzunda problemi belirleme noktasında istenilen yeterlilikte olmadıklarını göstermektedir.

Kılavuz 2'ye yönelik ana tasarım görevi aşağıda sunulmuştur.

"LGS 'den çıkan 8. sınıf öğrencileri, öğretmenleri ile beraber bir kamp yapmaya karar verirler. Kamp yapacakları bölge gece gündüz bol rüzgar alan bir bölgedir. Getirmiş oldukları çadırlar bölge çok rüzgarlı olduğu için rüzgara karşı dayanıksız kalmıştır. Diğer taraftan güneş batmaya başlayınca hava kararmaya başlamıştır. Bu durum öğrenci ve öğretmenleri tedirgin etmiştir. Öğrenciler ve öğretmenler bulundukları bölgede kalabilmek için sizden yardım beklemektedir "(Kılavuz 2)

İkinci kılavuzda yer alan ana tasarım görevinde problem bol rüzgâr alan bir bölgede kamp yapmak isteyen öğretmen ve öğrencilerin barınacak bir yerlerinin ve elektriklerinin olmamasıdır. Bu problem durumu kapsamında ikinci kılavuzlardan elde edilen veriler incelendiğinde, Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencinin belirlemiş olduğu problemlerin ana tasarım görevindeki problemi doğrudan yansıttığı ve kurdukları cümlelerin problem cümlesi niteliğinde olduğu görülmüştür. Problemi belirleme basamağında öğrencilerin verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlar doğrultusunda tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar Tablo 4. 3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. TTFE Problemi Belirleme Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	**Kılavuz 1 puan**	**Kılavuz 2 puan**	**Kılavuz 1**	**Kılavuz 2**
Problemi belirleme	Ö1	1	3	*Evsel atıklar ve dünyada bulunan atıklar. Dünyamızı çok kirleten atıklar yaşam kalitemizi düşürüyor.*	*Kamp yapacak öğrencilerin elektriklerinin olmaması. Elektrik enerjisi üretme konusunda rüzgârın etkisi var mıdır?*
	Ö2	1	2	*Enerji azalımı ve çevre kirliliği.*	*Bol rüzgâr alan bir bölge enerji üretimi mümkün müdür?*
	Ö3	1	3	*Çevrede birçok atık var ve bu atıkların daha iyi geri dönüştürülmesi*	*Bol rüzgâr ile elektrik üretmenin bir ilişkisi var mıdır?*

Uygulamaya katılan öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzları incelendiğinde, problem belirleme basamağında gelişim gösterdikleri görülmektedir. Bu basamakta öğrencilerin birinci kılavuzdaki puanları 1 iken, ikinci kılavuzda Ö1ve Ö3 kodlu öğrencinin 3, Ö2 kodlu öğrencinin ise 2'dır. Öğrencilerin aldıkları puanlar mühendislik tasarım süreci rubriğinde belirlenen kriterlere göre değerlendirildiğinde öğrencilerin tümü birinci kılavuzda hedeflenen düzeyin altında kalırken, ikinci kılavuzda Ö2 kodlu öğrenci hedeflenen düzeye; Ö1 ve Ö3 kodlu öğrenciler ise hedeflenen düzeyin üzerine çıkmışlardır.

Problemin belirlenmesi basamağının ardından tasarıma yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlemesinin adına öğretmen tarafından bir sınıf tartışılması başlatılmıştır. Tartışmanın ardından her bir öğrencinin bireysel olarak kriter ve sınırlılıkları belirleyerek kılavuzda yer alan tabloya kaydetmeleri beklenmiştir. Daha sonra öğrenciler bir araya gelerek ortak kriter ve sınırlılıkları belirlemişlerdir. Uygulamanın birinci kılavuzu için öğrencilerin bireysel olarak belirledikleri kriter ve sınırlılıklar incelendiğinde, Ö1 kodlu öğrencinin belirlemiş olduğu kriterlerin yeteri kadar açık olmadığı ve problem için uygun düzeyde olmadığı görülmektedir. *Kullanışlı bir tasarım yapmak, tasarıma katkısının olması ve tasarımı yapana faydalı olması* gibi ifadeler ana tasarım görevi için kriter ya da sınırlılık olma niteliğinde değildir. Ayrıca öğrencinin *ekonomik uygunluk* ifadesi ile kastettiği maliyet ana tasarım görevi için bir kriter değil sınırlılıktır. Sınırlılıklarda ise öğrencinin *maddi olarak sınırlı olması* ile ifade etmek istediği maliyet ana tasarım görevi için sınırlılık sayılabilir. Fakat Ö1 kodlu öğrenci maliyeti hem sınırlılık hem de kriter olarak değerlendirmiştir. Bu durum öğrencinin kriter ve sınırlılıkları belirleme noktasında kafa karışıklığı yaşadığını düşündürmektedir. Kriter ve sınırlılık belirleme ile ilgili öğrencinin günlüğünden alınan aşağıdaki alıntı bu düşünceyi destekler niteliktedir:

"Bu dersimizde kriterler ve sınırlılıklar belirledik. Kriter ve sınırlılık belirleme konusunda gerçekten çok ama çok zorlandım. İlk defa böyle bir uygulama yapıyorum. Aslında çok zevkli. Ama ilk defa yapmak zorlayıcı. Bence bundan zorlandım. Ben sınırlılıkları ve maliyetleri birbirine karıştırdım sanırsam. Kafam çok karışık. Bu konuyu bir daha gözden geçirmem gerecek." (SÖG)

Ö1 kodlu öğrencinin ifadeleri incelendiğinde, öğrencinin kriter ve sınırlılık belirleme noktasında zorlandığı görülmektedir.

Ö1 kodlu öğrencinin ikinci kılavuz için belirlemiş olduğu kriter ve sınırlılıklar incelendiğinde, belirlemiş olduğu kriter ve sınırlılıkların problem için uygun düzeyde olduğu görülmektedir. Belirlenen kriterlerden "rüzgârın gücü" haricindeki "imkân" ve "sağlamlık" probleme ilişkin kriter olabilecek niteliktedir. Sınırlılıklar incelendiğinde, "*imkân kıtlığı"* olarak kastettiği *malzemelere ulaşılabilirlik, "ekonomik uygunluk"* olarak kastettiği *ekonomiklik* ve "*güvenlik"* probleme yönelik sınırlılık olarak kabul edilebilir niteliktedir.

Ö2 kodlu öğrencinin birinci kılavuzdaki problem için kurmuş olduğu kriterler ve sınırlılıklar incelendiğinde, kriter olarak belirlenen maliyet ve güvenlik ana tasarım görevi için kriter değil sınırlılık niteliğindedir. Ayrıca öğrencinin *ekonomik kolaylık* olarak kast ettiği *maliyet* problem için kriter değil bir sınırlılıktır. Kriter olarak belirtilen *kolay malzemeli*

ifadesi ana tasarım görevi için kriter niteliğindedir. Öğrencinin belirlemiş olduğu sınırlılıklar incelendiğinde ise sınırlılıkların problem için uygun nitelikte olmadığı görülmektedir. Ö2 kodlu öğrencinin ikinci kılavuzunda belirlemiş olduğu kriterlerde *ekonomik* ve sınırlılıklarda *bütçe yetersizliği* olarak kast ettiği maliyet, problem için bir kriter değil sınırlılıktır. Öğrenci birinci kılavuzda da ekonomiklik ifadesini kriter olarak belirlemişti. Bu durum öğrencinin ekonomiklik ifadesinin maliyet anlamına gelebileceğini düşünmemiş olduğundan kaynaklanıyor olabilir. Diğer belirlenmiş olan kriter ve sınırlılıkların probleme yönelik olduğu söylenebilir. Öğrencinin oluşturduğu kriter ve sınırlılıkların birinci kılavuzda hazırlanan kriter ve sınırlılıklara nazaran daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Ö3 kodlu öğrencinin birinci kılavuzda ki problem için kurmuş olduğu kriterler ve sınırlılıklar incelendiğinde, öğrencinin kriter olarak belirlediği "*arkadaş yardımı alma"* çalışmalar yapılırken iş birliği ve grup olarak yapılması anlamındadır. Bundan dolayı arkadaş yardımı alma ifadesi süreç içerisinde gerçekleştirilmesi beklenilen bir eylem olarak değerlendirilebilir. Fakat kriterler sürece yönelik özellikleri değil, sürecin sonunda ortaya çıkan tasarımın barındırması gereken özellikleri ifade etmektedir. Bu bağlamda Ö3 kodlu öğrencinin belirlediği *arkadaş yardımı alma* doğru ve uygun bir kriter olarak değerlendirilemez. Öğrencinin diğer belirlediği kriterlerden *malzemeler* ile kastedilen malzemelerin ulaşılabilirliği tasarım için bir kriter değil sınırlılıktır. *Atık madde*, tasarım esnasında kullanılan bir malzemedir. Kriter olabilmesi için tasarımın bir özelliğini yansıtması gerekmektedir. Atık madde, tasarımın sahip olduğu bir özellik değil sadece süreç içerisinde kullanılan bir malzemedir. Bundan dolayı atık madde problem için bir kriter olarak değerlendirilemez. Sınırlılıklar incelendiğinde ise *maddi durum* ile kast edilen maliyet problem durumu için bir sınırlılıktır. Fakat diğer belirlemiş olan sınırlılıklar problem için sınırlılık niteliğine sahip değildir. İkinci kılavuzda ki problem durumu için belirlenmiş olan kriterler incelendiğinde, *görünüşü güzel* ile ifade edilmek istenilen tasarımın estetik olması problem bağlamında bir kriter olarak değerlendirilebilir. Tasarımın yapıldığı bölgenin rüzgârlı olması tasarımın sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için olması gereken bir etkendir. Bundan dolayı rüzgârlı bölge problem bağlamında bir kriter olarak değerlendirilebilir. Sınırlılıklar incelendiğinde ise belirlenen sınırlılıkların problem durumuna uygun ve doğru belirlendiği görülmektedir.

Öğrencilerin kriter ve sınırlılık belirleme performansları incelendiğinde, ikinci kılavuzda hazırlanan kriter ve sınırlılıkların birinci kılavuza nazaran daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin birinci kılavuzlarındaki ana tasarım görevi için yeterince iyi kriter ve sınırlılık belirleyememelerinin sebebi, ilk defa böyle bir uygulama ile karşılaşmaları ve

bu uygulamaya alışkın olmamalarından kaynaklanıyor olabilir. Kriter ve sınırlılık belirleme basamağında öğrencilerin verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlar doğrultusunda tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.4 TTFE Kriter ve Sınırlılık Belirleme Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	Kılavuz 1 puan	Kılavuz 2 puan	Kılavuz 1	Kılavuz 2
Kriter ve Sınırlılık belirleme	Ö1	1	3	**Kriterler:** *-Kullanışlı bir tasarım yapmak* *-Ekonomik uygunluk* *-Tasarıma katkısının olması* *-Tasarımı yapana faydalı olması* **Sınırlılıklar:** *-Maddi olarak sınırlı olması* *-Ekipman olarak sınırlı olması*	**Kriterler:** *-İmkan* *-Sağlamlık* *-Rüzgârın gücü* **Sınırlılıklar:** *-İmkan kıtlığı* *-Ekonomik uygunluk* *-Güvenlik sorunu*
	Ö2	1	2	**Kriterler:** *-Ekonomik* *-Kolay malzemeli* *-Yapımı kolay* *-Kullanışlı ve pratik* *-Maliyet* *-Güvenlik* **Sınırlılıklar:** *-İnsanların karşı çıkması* *-Yetersiz bütçe* *-Yapım için destek alınmaması* *-Yeterli sayıda çalışacak insan olmaması*	**Kriterler:** *-Sağlamlık* *-Ekonomik* *-İmkan dahilinde olan malzemeler* **Sınırlılık:** *-Bütçe yetersizliği (maliyet)i* *-İmkansızlık* *-Güvenlik*
	Ö3	1	3	**Kriterler:** *-Atık maddeler* *-Arkadaş yardımı alma* *-Malzemeler* **Sınırlılıklar:** *-Çevre kirliliğinin çok fazla artması* *-İnsanların duyarsız olması* *-Maddi durum*	**Kriterler:** *-Sağlamlık* *-Uygun bütçe* *-Rüzgârlı bölge* **Sınırlılıklar:** *-Bütçe* *-Uygulama alanı*

Uygulamaya katılan öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzları incelendiğinde, kriter ve sınırlılık belirleme basamağında gelişim gösterdikleri görülmektedir. Bu basamakta tüm öğrencilerin birinci kılavuzlarındaki puanları 1 iken, ikinci kılavuzlarında Ö1ve Ö3 kodlu öğrencinin 3, Ö2 kodlu öğrencinin ise 2'dır. Öğrencilerin aldıkları puanlar mühendislik tasarım süreci rubriğinde belirlenen kriterlere göre değerlendirildiğinde öğrenciler birinci kılavuzda hedeflenen düzeyin altında kalırken, ikinci kılavuzda hedeflenen düzey ve hedeflenen düzeyin üzerine çıktıkları belirlenmiştir.

Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesinin ardından öğrenciler belirlemiş oldukları problem ile ilgili neler bildiklerini gözden geçirmeleri, probleme dair olan

hazırbulunuşluklarını tespit etmeleri için K-W-L tablosunu doldurmuşlardır. Tablonun doldurulması ile öğrenciler problem ile ilgili neler bilip neler bilmediği noktasında kendi hazır bulunuşluklarını açığa çıkarmışlardır. Ayrıca neler öğrenmek istediği hakkında bilgilerini yoklayan öğrenciler, problemin çözümüne yönelik araştırma yaparken kolaylık sağlaması için 5N 1K tablosunu doldurmuşlardır. Öğrencilerin araştırma yapmadan önce araştırma süreci ile ilgili sorular oluşturması yani araştırma sürecini organize etmesi ve bilmediği, öğrenmesi gerek kavramları belirtmesi üstbilişsel becerilerin gelişimi açısından çok önemlidir. Bireysel olarak yapılan araştırmalardan sonra öğrenciler bir araya gelerek yaptıkları araştırmaları birbirleri ile paylaşırlar. Yapılan bu paylaşım bilimsel bilginin artması açısından önemlidir.

Ö1 kodlu öğrencinin birinci kılavuzundaki K-W-L tablosu incelendiğinde, problemin çözümüne yönelik bir yol öğrenmek istediğini belirttiği görülmektedir. Öğrencinin hazırladığı sorular incelendiğinde, soruların anlaşılır ve problemin çözümüne yönelik cevaplar içeren sorular olduğu görülmektedir. Ayrıca sorular tasarımın nasıl gerçekleştirilebileceğine yönelik sorulardır. Uygulamanın ikinci kılavuzundaki ilgili bölüm incelendiğinde, Ö1 kodlu öğrencinin bildiği bilgileri daha bilimsel ifade ettiği ve enerji ile ilgili bilimsel bir bilgi kullandığı görülmektedir. Ayrıca öğrencinin problemin çözümü için öğrenmek istediği kavramları açık bir şekilde ifade ettiği ve rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesinin bilimsel ve tarihsel gelişimini merak ettiği görülmektedir. Öğrencinin bilim ile ilgili olayların tarihini merak etmesi öğrenmeye meraklı olduğunu göstermektedir. Bu durum öğrencinin duyuşsal süreç becerilerinin gelişimi açısından önemlidir.

Ö2 kodlu öğrencinin birinci kılavuzdaki ifadeleri incelendiğinde, öğrencinin bildiklerini ifade edemediği, probleme ilişkin hazır bulunuşluğunu tam olarak ortaya çıkaramadığı görülmektedir. Öğrencinin izlemiş olduğu bir belgesele yönelik bilgilerini ifade etmeye çalışması öğrencinin konu ile ilgili gizil öğrenmesinin olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan öğrenci evsel atıkları sadece sebze ve meyve atığı olarak değerlendirmektedir. Öğrencinin öğrenmek istediği bilgi problem ile doğrudan ilgilidir. Araştırma sonucunda daha farklı evsel atıklar olduğunu ve her evsel atığın kompostta kullanılmadığını öğrendiği görülmektedir. İkinci kılavuz incelendiğinde Ö2 kodlu öğrencinin araştırma sorularında daha çok biyolojik gübrenin ne olduğu, nerelerde kullanılabileceği üzerinde durduğu, biyolojik gübrenin nasıl oluşabileceğine yönelik bir soru hazırlamadığı görülmektedir. Bu durumda öğrencinin ana tasarım görevindeki problemin çözümünde yetersiz kalacağı düşünülmektedir. İkinci kılavuz incelendiğinde, Ö2 kodlu öğrencinin probleme ve çözümüne yönelik detaylı ve anlaşılır sorular sorduğu

görülmektedir. Öğrenci öğrenmek istediği bilgilere yönelik sorular sormuştur. Bu durum öğrencinin iki tabloyu da bir arada değerlendirdiğini ve daha planlı bir araştırma süreci yürüttüğünü göstermektedir. Yani öğrencinin kendi öğrenme sürecini sağlıklı bir şekilde organize etmeye başladığını göstermektedir.

Ö3 kodlu öğrencinin kılavuzları incelendiğinde, öğrencinin birinci kılavuzunda belirlemiş olduğu sorular ve araştırmaları probleme yönelik çözüm geliştirme noktasında yardımcı olmazken, ikinci kılavuzda hazırladığı sorular problemi ayrıntıları ile araştırmaya ve çözüm geliştirme konusunda yardımcı olabilecektir. Bu durum öğrencinin problemin araştırılması basamağında geliştiğini göstermektedir. Kılavuzlarda problemin araştırılması için hazırlanan tablolara öğrencilerin verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlar doğrultusunda tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar Tablo 4. 5' te verilmiştir.

Tablo 4.5 TTFE İhtiyaç ya da Problemin Araştırılması Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	Kılavuz 1 puan	Kılavuz 2 puan	Kılavuz 1	Kılavuz 2
İhtiyaç ya da Problemin Araştırılması	Ö1	2	3	**-Neler Biliyorum?** Atıkların doğaya zararlı olduğunu Atıkların dönüştürülebildiğini. **Neler öğrenmek istiyorum?** Atıkların nasıl bir ısı türüne dönüştürüleceğini ve bunun yapılması için nasıl bir yol izlemem gerektiğini. **Neler Öğrendim?** - **Araştırma Soruları:** Nasıl bir yol izlemeliyim? Ne gibi atıklar kullanarak ısı ve gübre üretebilirim? Atıklar nasıl ısıya dönüşür?	**Neler biliyorum?** Rüzgârın bir enerji kaynağı olduğunu Enerji vardan yok edilemez yoktan var edilemez. Ancak birbirine dönüşebilir. **Neler öğrenmek istiyorum?** Rüzgârdan nasıl elektrik üretebileceğini. Rüzgârdan elektrik üretme kimler tarafından ilk defa yapılmış olabilir. Hangi zamanda ne şekilde ortaya çıktığını. **Araştırma Soruları:** Rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek ne gibi katkılar sağlar? Neden rüzgâr enerjisine ihtiyaç duyduk? Rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek için nasıl bir yol izlemeliyiz? Enerji üretimi için nerede çalışırsak daha avantajlı olur?
	Ö2	2	3	**Neler Biliyorum?** Evsel atıklar oluşturularak kompost oluşturulabilir. Bunu bir belgeselde görmüştüm. Meyve sebze atıkları evsel atıktır. Kuru yaprak doğada bulunan atıktır. **Neler Öğrenmek istiyorum?** Bu kompostta kullanılan atıkları. **Neler Öğrendim?** Sebze meyve atıkları, çay atığı, taze otlar çimenler, yeşil ve kuru yapraklar, talaş, saman, sap kullanılmayanlar; plastikler, kahve çay poşetleri, yağlı yiyecek atıkları. **Araştırma Soruları** Biyolojik gübre ne? Bu biyolojik gübre nerelerde kullanılır? Yakın çevremde nasıl atıklar var?	**Neler Biliyorum?** Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretilebildildiğini. **Neler Öğrenmek İstiyorum?** Rüzgâr enerjisinden nasıl elektrik enerji üretileceğini. **Neler Öğrendim?** Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretilirken elektrik motoru kullanıldığını. **Araştırma Soruları:** Rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebilmek için neler kullanmalıyız? Elektrik enerjisi üretmek için rüzgâr enerjisinden nasıl yaralanabiliriz? Rüzgâr enerjisinden yararlanmak için bu çalışmayı nerede yapmalıyız? Elektrik motoru nedir?
	Ö3	1	3	**Neler Biliyorum:** Çevremizi iyi bir gelecek için temiz tutmak gerektiğini. **Neler öğrenmek istiyor?** Evsel atıkları nasıl geri dönüştürebilirim? **Neler öğrendim?** Plastikleri camları, kağıtları ayrı ayrı geri dönüşüm kutusuna atabiliriz. Kullanmadığımız eşyaları ihtiyaç sahipleri ile paylaşabiliriz. Atık yağları geri dönüşüm için koyabiliriz. **Araştırma Soruları:** Atıklar nasıl geri dönüşür? Geri dönüşümde kullanılan yöntemler nelerdir? Bu yöntemleri ne zaman kullanmalıyız?	**Neler Biliyorum?** Santralleri. Kardeşim çizgi film izlerken görmiştim. Bi de Tokat'a giderken çok yüksek bir yerde görmüştüm. **Neler Öğrenmek istiyorum?** Bu koca koca santarllerden nasıl elektrik üretiliyor? **Neler Öğrendim?** Elektrik motoru kullanılıyormus. **Araştırma Soruları:** Elektrik enerjisi üretmek için ne yapılabilir? Elektrik motoru nedir? Nasıl çalışır? Rüzgâr enerjisi elektiriğe nasıl çevrilir? Rüzgâr eenrjisinin elektriğe çevirmek için düzeneği nereye kurmalıyız? Rüzgâr enerjisi elektrik enerjisine dönüşürken ne zaman test etmeliyiz?

Uygulamaya katılan öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzları incelendiğinde, problemin araştırılması basamağında gelişim gösterdikleri görülmektedir. Bu basamakta Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzda aldıkları puan 2, ikinci kılavuzda aldıkları puan 3 olarak bulunmuştur. Ö3 kodlu öğrencinin ise birinci kılavuzda aldığı puan 1, ikinci kılavuzda aldığı puan 3'tur. Öğrencilerin aldıkları puanlar mühendislik tasarım süreci

rubriğinde belirlenen kriterlere göre değerlendirildiğinde Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin hedeflenen düzeyden hedeflenen düzeyin üzerine; Ö3 kodlu öğrencinin ise hedeflenen düzeyin altından, hedeflenen düzeyin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

2. İstasyona Yönelik Bulgular

Bu istasyon, probleme yönelik bireysel çözüm önerilerinin üretilmesi ile başlar. Ardından belirlenen çözüm önerileri kriterleri karşılayıp karşılamama durumlarına göre değerlendirilir ve herkes kendi çözüm önerisinden birini seçerek arkadaşları ile paylaşır. Yapılan bu bireysel işlemlerden sonra öğrenciler grup olarak çalışarak, en uygun çözüm önerisini seçerler. Bu istasyonda öğrenciler beyin fırtınası, tartışma tekniklerini aktif olarak kullanırlar. Bu istasyonda bulunan, en uygun çözüm önerisinin seçilmesi aşaması, öğrencilerin karar verme becerilerinin gelişimi açısından önemlidir.

İstasyonda bulunan olası çözüm önerilerinin geliştirilmesi basamağı ile ilgili öğrencilerin performanslarının değerlendirilmesi amacı ile kılavuzları incelenmiştir. Ö1 kodlu öğrencinin birinci kılavuz için belirlemiş olduğu çözüm önerileri incelendiğinde, gerçekçi öneriler olduğu görülmektedir. Fakat öneriler sunulurken kriter ve sınırlılıklara uygun olacak şekilde açıklayıcı bir dil kullanılmamıştır. Öğrencinin ikinci kılavuzdaki önerileri incelendiğinde, önerilerinin gerçekci, ayrıntılı, kriter ve sınırlılıkları içeren öneriler olduğu görülmektedir. Ö2 kodlu öğrencinin birinci kılavuzda üç farklı çözüm önerisi sunduğu ancak bu önerileri, kriterleri dikkate alarak hazırlamadığı görülmüştür. Ayrıca öneriler çok kısadır ve anlaşılır değildir. Öğrencinin ikinci kılavuzda ise kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak anlaşılır, mantıklı ve duruma uygun çözüm önerileri belirlediği görülmektedir.

Ö3 kodlu öğrencinin ise birinci kılavuzda problemin çözümüne yönelik iki tane çözüm önerisi sunduğu görülmektedir. Bu öneriler kriter ve sınırlıkları içinde barındıracak şekilde ifade edilmemiştir ve anlaşılır değildir. Uygulamanın ikinci kılavuzunda yer alan problemin çözümü için bir tane çözüm önerisi sunulmuştur. Bu önerinin anlaşılır bir dil kullanılarak yazıldığı ve mantıklı olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgulardan yola çıkarak öğrencilerin olası çözüm önerisi üretme basamağında gelişme gösterdikleri söylenebilir. Öğrencilerin kılavuzlarda geliştirdikleri öneriler ve tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar Tablo 4. 6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 TTFE Olası Çözümlerin Geliştirilmesi Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	Kılavuz 1 puan	Kılavuz 2 puan	Kılavuz 1	Kılavuz 2
Olası Çözümler Geliştirme	Ö1	1	3	**1. öneri:** Çöplerin ve atıkların otomatik olarak dönüştürme endüstrisine ulaşmasını sağlamak. Endistüride bu atıkların en yararlı şekilde dönüştürülmesine yönelik tasarımlar geliştirmek. **2. öneri:** Hepimizin bildiği çöp kovalarına atılan çöp ve atıkları çöp kovalarına toplayacağız. Çöp kovasının altını delerek bu çöp kovasının altında biyolojik gübre oluşmasını sağlayavağız.	**1. öneri:** Rüzgâr türbinü yaparım. Bu türbin ile elektrik enerjisi üretirim. **2. öneri:** Uygun paraya alacağımız bir elektrik motoru kullanarak rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretebiliriz.
	Ö2	1	2	**1. öneri:** Atıkları toplamak **2. öneri:** Isı üretmek. **3. öneri:** Yemekhaneden çıkan atıkları bir kap içine toplayabiliriz.	**1. öneri:** Etrafımda bulunan taşları kullanarak barınacak bir yer yaparım. Sonra rüzgârdan elektrik üretmeye bakarım. **2. öneri:** Rüzgârdan elektrik üretebileceğim bir düzenek kurabilirim. Bunun için kolay ulaşılabilir malzemeler bulmamiz gerek. Tabii bi de maliyeti düşük olmalı.
	Ö3	1	2	**1. öneri:** Büyük bir çukur kazarak bulduğumuz atıkları içine toplamak. **2. öneri:** Okulun etrafından bir kap bularak yemekhaneden çıkan, etrafımızda bulunan atıkları bir kap içine toplamak	**1. öneri:** Kullanışlı bir malzemeden elektirik moturu kullanarak bir tane rüzgâr gülü yapılabilir.

Uygulamaya katılan öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzları incelendiğinde, olası çözümlerin geliştirilmesi becerisinde geliştikleri görülmektedir. Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzda aldığı puan 1, ikinci kılavuzda aldığı puan 2 olarak bulunmuştur. Ö1 kodlu öğrenci ise birinci kılavuzda 2, ikinci kılavuzda 3 puan almıştır. Öğrencilerin aldıkları puanlar mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğinde belirlenen kriterlere göre değerlendirildiğinde Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin hedeflenen düzeyin altından, hedeflenen düzeye; Ö1 kodlu öğrencinin ise hedeflenen düzeyden, hedeflenen düzeyin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

Olası çözüm önerilerinin belirlenmesinin ardından öğrencilerin bireysel olarak belirledikleri çözüm önerilerini kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak değerlendirmeleri istenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda öğrenciler kendi çözüm önerilerinden birini

seçmişlerdir. Sonrasında grup çalışması yaparak seçtikleri çözüm önerilerini tartışıp ortak bir karara varmışlardır. Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzları incelendiğinde, öğrencilerin belirlemiş olduğu çözüm önerilerini kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak karşılaştırmadıkları ve seçtikleri çözüm önerisini sebepleriyle belirtmedikleri görülmüştür. Ö3 kodlu öğrencinin birinci kılavuzda birinci öneriyi seçmemesinin sebebi bu önerinin maliyetli ve zor olacağını düşünmesidir. Bu durum öğrencinin sınırlılık olarak değerlendirilen maliyet kısıtlamasına değindiğini göstermektedir. Fakat öğrenci seçmiş olduğu öneriyi neden seçtiğini açıklamamıştır. Uygulamanın ikinci kılavuzunda ise öğrencilerin, kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmede bulunarak seçtikleri öneriyi nedenleri ile beraber açıkladıkları görülmüştür. Birinci kılavuzda en uygun çözüm önerisini belirleme sürecini öğrencilerden Ö3 aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

"Ben iki tane çözüm önerisi hayal etmiştim. Benim kendi çözüm önerilerimden seçtiğim ikinci öneriydi. Bir kap buluruz dedim. Bu kabınn içine yemekhaneden çıkan atıkları koyarız dedim. Ö2 yemekhaden çıkan her atığın konmaması gerektiğini söyledi. Burada bir düzelme yaptım. Hepimiz bir kap kullanma önerisini sunduk. Ben okulun etrafında olan herhangi bir kap fikrini sundum. Herhangi bir kap olamaz dediler. Sağlam ve büyük olmalıymış. Arkadaşlardan biri 20 litre olan sarı kapaklı bidonları dedi. Onun önerisinden onu seçtik. Hepimizin fikirlerini bir araya getirerek bir öneri sunduk. Önerimiz: Bulunması kolay olmasından ve maliyeti az olmasından dolayı bir tane su bidonu kullanrak kompost haznesi yapmaya karar verdik. Kompost için yemekhaneden ve doğadan uygun olan atıklar toplayaracğız şeklindeydi. Bidonu ilçede bulmak çok kolay ama nasıl gidip alcaz. Biz yatılı okulda kalıyoruz ilçeye gidemiyoruz. Yatılı okul hem çok güzel hem çok zor. Okul ilçeye çok uzak. Balıkçı abiye sorduk (aşçı) bulamadık. Kıbrıs pazarından öğretmenimiz alacak."

İfadeler incelendiğinde, öğrencilerin farklı çözüm önerilerini değerlendirerek en uygun olan çözüm önerisini seçtikleri görülmektedir. Öğrenciler çözüm önerisi seçerken kriter ve sınırlılıklardan söz etmişlerdir. Bu durum grup ile yapılan tartışma sonucunda seçilen çözüm önerisinin bireysel yapılan çözüm önerisi seçiminden daha işlevsel olduğunu göstermektedir. İkinci kılavuzda en uygun çözüm önerisi belirleme sürecini öğrencilerden Ö2 aşağıdaki gibi açıklamıştır:

"*Üç kişininde önerisini inceledik. Hepimizde bir rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretme demişiz. Tek fikir ayrılığı evin neyden yapılacağıydı. Hepimizde farklı fikirler demişiz. Ben tahta demiştim. Ama arkadaşlarım tahtanın kesilmesinin zor olacağını söyledir. Bi de çivi keser bizi yorar dediler. Kolay yapıştırmalı bir şey olsa daha güzel olurdu*

aslında. Bir kişi taş dedi. Taş olamazdı. Ben olmayacağını söyledim. Çünkü taş ağır olurdu. Bi de nasıl yapacaktık. Maliyetli olurdu. Hangisini seçelim diye düşündük. Hem ucuz olsun hem sağlam olsun. Yurtta bir tane sunta bulduk. Okul müdüründen izin aldık ve onu kullanmaya karar verdik. Ama sunta hiç birimizin fikri değildi sonradan bulduk."

İfadeler incelendiğinde, öğrencilerin maliyet sınırlılığını ve sağlamlık kriterini kapsayan öneriye karar verdikleri görülmektedir. Ayrıca öğrenciler çözüm önerisini belirlerken bazı önerilerde değişiklik yapmışlar ve yeni bir malzeme ekleyerek baştan bir çözüm önerisi üretmişlerdir. Bu durum öğrencilerin karar verme ve eleştirel düşünme becerilerini kullandıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin en iyi çözümün seçilmesi basamağında kılavuzlarına yansıttıkları ifadeler ve tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar Tablo 4.7' de verilmiştir.

Tablo 4.7. TTFE En İyi Çözümün Seçilmesi Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	**Kılavuz 1 puan**	**Kılavuz 2 puan**	**Kılavuz 1**	**Kılavuz 2**
En İyi Çözümün Seçilmesi	Ö1	1	3	-	*1. Çözüm önerim imkânve maliyet ile ilgili olan kriterimi karşılamıyor. Birde 1. önerim tam açık değil.* *2. çözüm önerim imkanlar doğrultusunda, ekonomik ve sağlam olacak bir tasarım önerisi. Kriterlerimi ve sınırlılıklarımı karşılıyor. Bundan dolayı ben bu çözüm önerisini arkadaşlarıma sunacağım.*
	Ö2	1	3	*En uygun çözüm önerisini kriterler ve sınırlılıklar ile karşılaştırdığımda bir kabın içine atıkları toplayarak kompost haznesi oluşturmak olacak. Evlerde bile insanlar yoğurt pakırlarına meyve artıklarını toplaayarak biyolojik gübre yapıyorlarmıs.*	*1. çözüm önerisi: Barınacak bir yer yaparken taşları kullanmak kolay bulunan bir malzeme olabilir ama sanki zorlayıcıda olur.* *2. çözüm önerisi değerlendirme: Çözüm önerisi problemi çözmek adına kullanılabilir. Kolay malzemeli ve maliyet olarak bizi zorlamaması kriter ve sınılılık boyutunu karşılıyor. Bundan dolayı bu çözüm önerisi olabilir.*
	Ö3	2	3	*Çukur kazmak bizim için zor ve maaliyetli olur. O yüzden bunu almamız sanki saçma.*	*Yazdığım öneri kolay bulunan bir malzemeden oluşuyor. Tahta hem sağlamda olur. Ekonomik olması adına fiyatlarına göre değerlendirerek hareket edebiliriz. Kriter ve sınırlıkları karşılamasından dolayı olabilir. Benim tek önerim var.*

Uygulamaya katılan öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzları incelendiğinde, en iyi çözümün seçilmesi basamağında geliştikleri görülmektedir. Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzda aldığı puan 1, ikinci kılavuzda aldığı puan 3 olarak bulunmuştur. Ö3 kodlu öğrenci ise birinci kılavuzda 2, ikinci kılavuzda 3 puan almıştır. Öğrencilerin aldıkları puanlar mühendislik tasarım süreci rubriğinde belirlenen kriterlere göre değerlendirildiğinde Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin hedeflenen düzeyin altından, hedeflenen düzeyin üzerine; Ö3 kodlu öğrencinin ise hedeflenen düzeyden, hedeflenen düzeyin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

3. İstasyona Yönelik Bulgular

İstasyon, mühendislik süreci aşamalarından tasarımın yapılandırılması ve tasarımın test edilip değerlendirilmesi aşamalarını içerir ve tasarım hakkında genel bilgilerin verilmesi ile başlar. Tasarım hakkında yapılan genel bilgilendirilmenin ardından, öğrenciler hayallerinde bulunan ürünün taslak çizimini oluştururlar ve arkadaşlarına tanıtırlar. Daha sonra, benzer amaçlar için yapılmış olan ürünleri araştırırlar. Araştırma sonucunda elde ettikleri bilgileri yorumlayarak tasarımı geliştirmeye çalışırlar. Tasarım yapımına geçilmeden önce öğrenciler, tasarımın yapım sürecini zihinlerinde planlar ve paylaşırlar. Ardından gerekli notlarını alırlar. Tüm bu işlemlerden sonra öğrenciler grup halinde çalışarak, tasarımlarını yapılandırırlar. Tasarımın test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında, öğrenciler tasarımı test etmek amacı ile denemeler yaparlar ve elde ettikleri verileri kaydederler. Ayrıca öğrenciler deney ve gözlem sonuçlarını ifade ederler ve sonuçları dikkate alarak tasarımda iyileştirme ve geliştirmeye gerek olup olmadığına karar verirler.

Tasarımın yapılandırılması aşamasına geçilmeden önce ilk olarak öğrenciler tasarımın genel özellikleri hakkında açıklama yaparlar. Burada tasarımın amacı, boyutları, ne içim kullanılacağı, dış görünüşü hakkında bilgiler vermeye çalışırlar. Bu aşamada öğrencilerin tasarımın genel özellikleri hakkında verdikleri bilgiler ve kendilerini yazılı olarak ifade etme becerileri sorgulanmak istenilmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin kılavuzlara verdiği yanıtlar Tablo 4. 8 ‘de sunulmuştur.

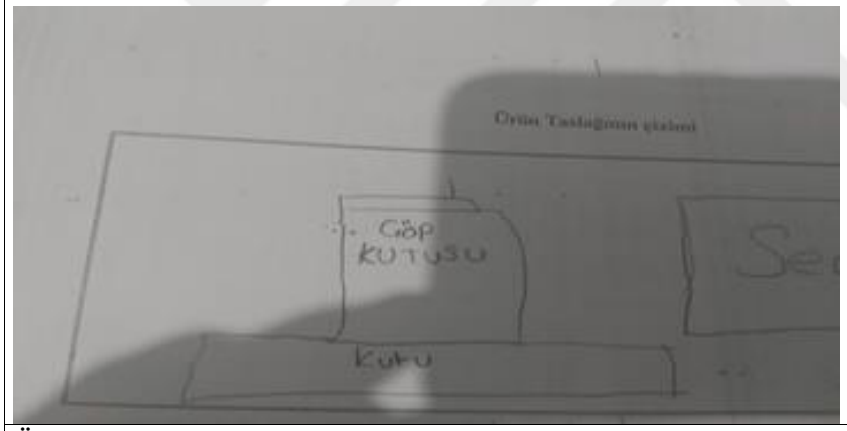
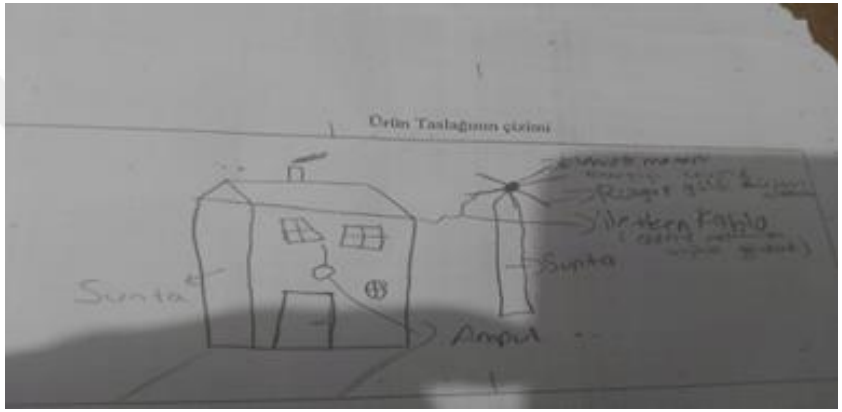
Tablo 4. 8. TTFE Tasarımın Genel Özellikleri ile İlgili Bilgi Verme Basamağına Ait Bulgular

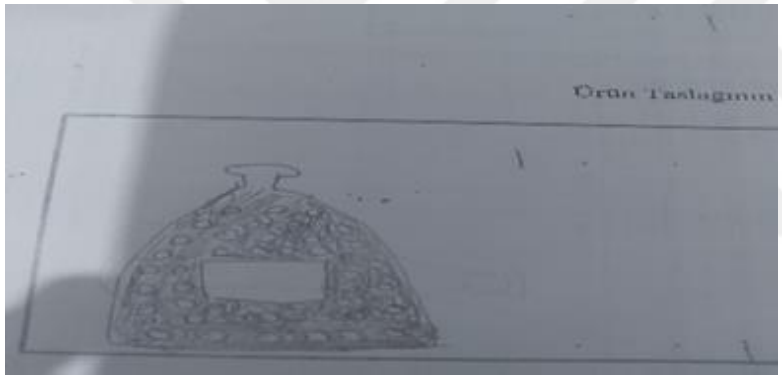
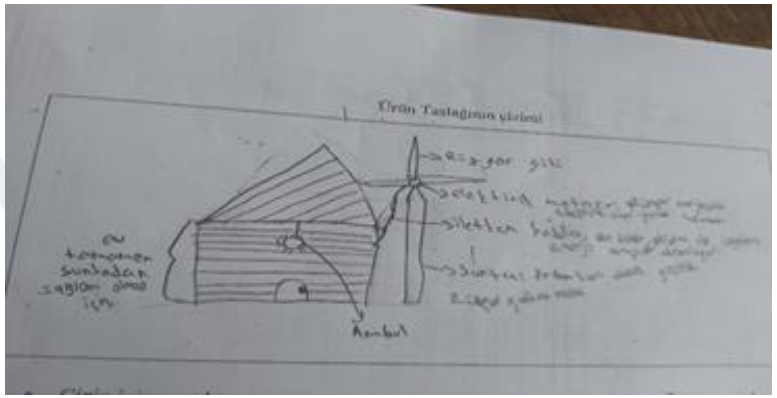
Öğrenciler	Kılavuz 1	Kılavuz 2
Ö1	*Tasarımımızın amacı hem çevreyi korumak hemde enerji üretmek. Çevreyi korumak adına bilinçlenmek adına bu tasarımı yapıyoruz. Yol kenarlarında, evlerin önünde, boş arazilerde kullanılabilir. Çöp kutusu orta boy kutu.*	*Tasarımı yaparken elektrik motoru, sunta, ampul, iletken kablo kullanacağız. Buradaki amaç bir ev yaparak evin içine ampulleri bağlayarak rüzgâr enerjisinden elektrik üretildiğini göstermek. Evimizin yanınfa bir tanede direk olacak. Bu direğin en yüksek bölgesinde bir tane rüzgâr alıcı olacak. bu dönecek. Tasasarımı evi aydınlatmak için kullanacağız.*
Ö2	*Kullanacağımız malzemeler, bidon, matkap, kullanılacak olan atıklar, bazı sebze meyve kabukları, hayvan gübresi, kurumuş otlar ve bitkiler. Tasarımı yapma amacı enerji tasarrufu yapıp doğal ve sağlıklı gübre oluşturarak bahçe tarla gibi yerlerde kullanmak. Bidonumuza delikler açtık, bunu yapmaktakı amacımız hava almasıydı. Sonrada bir kapak yaptık ki malzemleri katıp sulama ve harmanlama işlemini yapabilelim.*	*Bir ev ve evin yanında bir direk olduğunu düşünün ve bu direğe bir tane rüzgâr gülü bağlı. Rüzgâr gülünün arkasında elektrik motoru. Bu motor rüzgârı alarak elektrik enerjisine çevirecek. O amaçla orada. Tasarım yaparken amacımız, rüzgârdan elektrik enerjisi üretmek. Biz bu tasarımda sadece aydınlatmayı göstereceğiz fakat güçlü bir rüzgâr gülü ve motorla televizyon bile çalışır, telefon bile sarj olur.*
Ö3	*Bidon, bakır tel, muz, elma kurumus ot gibi atıklar ve malzemeler. Bidonu deldik ve kurumuş otları ve atıkları içine gübreyle beraber boşaltarak ısı üretip üretmediğini kontrol ettik. boy olarak 20 litrelik bir yoğurt bidonu büyüklüğünde*	*Hayalimde olan tasarım bir tane küçük rüzgâr tirübunü. Hani var ya kocaman kocaman onlardan. Bir tane ev var ve bu evin yanında kcamn bir direğe takılmış bir elektrik motoru ve elektrik motoruna bağlı bir rüzgâr gülü. Amaç, rüzgâr enerjisinden yaralanarak elektrik enerjisi üretmek.*

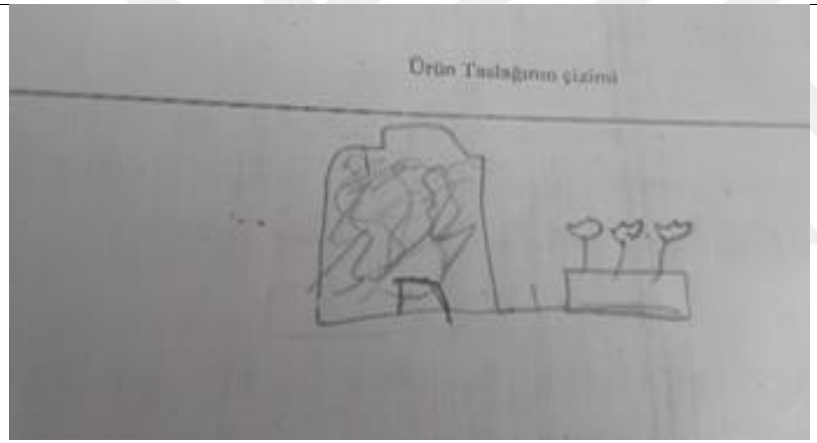
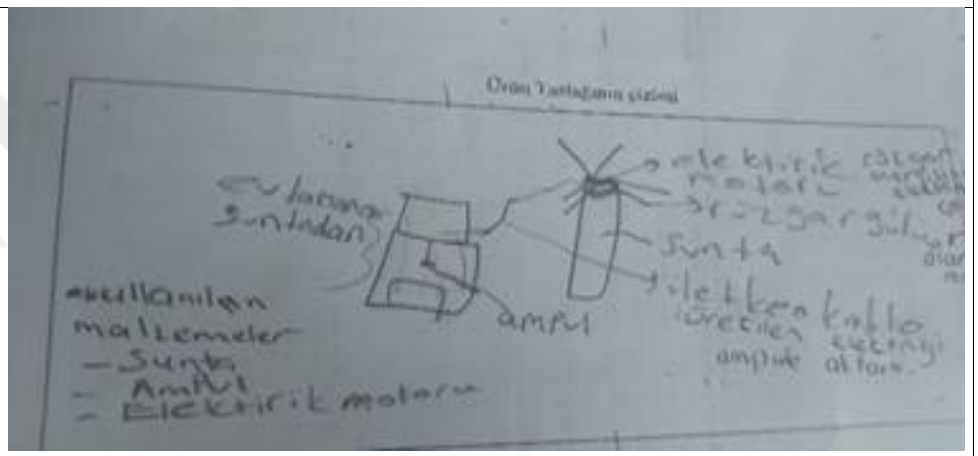
Öğrenciler birinci kılavuzda tasarımın dış görünüşü, nerede, nasıl kullanılabileceği hakkında detaylı bilgi vermemişlerdir. Öğrencilerin yapmayı planladıkları tasarım hakkında geniş çaplı bir araştırma yapmamaları bu durumun sebebi olabilir. Öğrencilerin ikinci kılavuzları incelendiğinde kendilerini daha net bir şekilde ifade ettikleri dikkat çekmektedir. Ayrıca öğrencilerin tasarım hakkında daha fazla bilgi vermeye çalıştıkları görülmektedir.

Tasarım hakkında yazılı olarak genel bir bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrenciler hayallerindeki tasarımın bir taslak çizimini yaparlar. Bu aşamada öğrencilerin bir önceki adımda sözel ifadelerini çizim üzerinde açıklamaları istenilmiştir. Tablo 4.9'da öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzlarında yaptıkları tasarımın taslak çizimleri ve çizimlerin değerlendirilmeleri verilmiştir.

Tablo 4. 9 Öğrencilerin Kılavuzlarda Yaptıkları Çizimler

	1.Kılavuz çizim	2.Kılavuz çizim
Ö1 kodlu öğrencinin taslak çizimleri		
	Ö1 kodlu öğrencinin taslak çizimi incelendiğinde, çizim öğrencinin hayalinde bulunan, tasarlamak istediği ürünü net bir şekilde çizime yansıtmadığı görülmektedir. Ayrıca öğrenci çizim üzerinde bir açıklamada bulunmadığı için kullandığı malzemeler ve bu malzemelerin işlevlerinin ne olduğu anlaşılamamaktadır. Çizim üzerinde, tasarımın çalışma prensibinden bahsedilmemiştir.	Ö1 kodlu öğrencinin ikinci taslak çizimi incelendiğinde, öğrencinin çizim üzerinde, tasarım için kullanılacak olan malzemeleri ve malzemelerin kullanım amaçlarını yazılı olarak ifade ettiği ve daha özenli bir çizim yaptığı görülmektedir. Ayrıca öğrenci, tasarımın çalışma prensibi hakkında açıklamalarda bulunmuştur.

	1.Kılavuz çizim	2.Kılavuz çizim
Ö2 kodlu öğrencinin taslak çizimleri		
	Ö2 kodlu öğrencinin çizmiş olduğu tasarım taslağı incelendiğinde, çizimin üzerinden tasarımı yapılandırılırken kullanmayı planladığı materyalleri belirtmediği ve bu materyallerin hangi amaçla kullanacağı hakkında bilgi vermediği görülmektedir. Ayrıca yapılan taslak çiziminde tasarımın çalışma prensibinin açıklanmadığı görülmektedir. Bu doğrultuda Ö2 kodlu öğrencinin çizmiş olduğu tasarım taslağı, yapılacak olan tasarım ile ilgili bilgi verme konusunda yetersiz olarak değerlendirilebilir.	Ö2 kodlu öğrencinin uygulamanın ikinci kılavuzu için hazırladığı taslak çizimde, bir ev yapmayı ve evin yapımında sunta kullanmayı planlanladığı anlaşılmaktadır. Ayrıca öğrenci rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretme noktasında 12 V'luk elektrik motoru kullanmayı ve üretmiş olduğu elektrik enerjisini led lambalara iletmek için iletken kablo kullanmayı düşünmüştür. Ö2 kodlu öğrencinin çizim üzerinde, kullanılacak olan materyalleri ve bu materyallerin kullanım amaçlarını da yazılı olarak ifade ettiği görülmektedir. Bir diğer taraftan öğrenci tasarımın çalışma prensibi hakkında çok detaylı olmasa da araştırma sonuçlarına dayanarak bilgi vermeye çalışmıştır.

	1.Kılavuz çizim	2.Kılavuz çizim
Ö3 kodlu öğrencinin taslak çizimleri		
	Ö3 kodlu öğrencinin çizimi incelendiğinde, öğrencinin çizim üzerinde, tasarımında kullanmayı planladığı materyalleri ve bu materyalleri ne için kullanacağını belirtmediği görülmektedir. Ayrıca öğrenci tasarımı için detaylı bir açıklama da bulunmamış ve tasarımın çalışma prensibi hakkında bilgi vermemiştir.	Çizimin üzerinde tasarım için hangi materyallerin ve bu materyallerin ne için kullanılacağı hakkında açıklayıcı ifadeler görülmektedir. Çizim incelendiğinde çizimin gerçeği yansıttı görülmektedir. Tasarımın çalışma prensibi hakkında detaylı açıklamada bulunulmamıştır. Bu durum öğrencinin çizim yapma konusunda birinci kılavuzdaki çizimine göre profesyonel düzeyde olmayan fakat anlaşılır ve gerçeği yansıtır bir çizim yaptığı şeklinde değerlendirilebilir.

Öğrencilerin çizimleri incelendiğinde, üç öğrencinin de tasarımın bir taslak çiziminin yapıldığı aşamaya yönelik becerilerde gelişme gösterdikleri görülmektedir. Öğrenciler birinci kılavuzda tasarımın üzerinde kullanacakları malzemeleri, malzemelerin ne için kullanılacağını, tasarımın çalışma prensibini belirtmediği görülmüştür. İkinci kılavuzda ise öğrenciler daha açıklayıcı çizimler yapmışlardır. Öğrencilerin birinci kılavuzlarında çizimlerini istenilen şekilde çizememelerinin sebebi tasarım hakkında teknik bilgiye sahip olmamalarından kaynaklanabilir. Bir diğer neden ise öğrencilerin tasarım hakkında genel bilgi verirken eksik bilgilendirme yapmaları olabilir.

Tasarımın taslak çiziminin yapılmasından sonra benzer amaçlar için yapılmış olan ürünler araştırılır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda ulaşılan bilgiler yorumlanır ve tasarım geliştirilmeye çalışılır. Öğrenciler bu aşamada grup olarak sınıflarında bulunan etkileşimli tahtayı kullanarak araştırma yaparlar. Ö1 kodlu öğrenci bu aşamada neler yaptıklarını şu şekilde açıklamışlardır:

"Tübitak'ın bir sayfası var kendin yap tasarla diye. O sayfada genel bir araştırma yaptık. Birde kitapta yazan bir yer vardı oradan aldık adresi. Sınıfımızda bir tahta olduğu için beraber yaptık. Orada bir tane rüzgâr türbini yapıyordu kartondan. Biz de ilk acaba kolay bulunması adına kartondan mı yapsak dedik ama sağlam olmayacağınız düşündüğümüz için suntaya karar verdik. Rüzgârı yapay oluşturmak için fön makinesi kullanıyordu videoda. Bizde bunu kullanabiliriz diye düşündük. Bu videodan sonra evin camlarını ise şeffaf bir dosya poşetinden yapmaya karar verdik."

Ö1 kodlu öğrencinin ifadeleri incelendiğinde, öğrencilerin tasarımlarında bazı değişiklikler yapma kararı aldıkları görülmektedir.

Yapılan çizimler ve araştırmalardan sonra öğrenciler tasarımlarını yapılandırmaya geçmeden önce işlem basamaklarını planlamışlardır. Ardından bir araya gelerek grup arkadaşları ile sözlü olarak paylaşmışlardır. Bu aşamada öğrencilerden, tasarımı yapılandırırken izleyecekleri basamakları ayrıntılı bir şekilde ifade etmeleri istenilmiştir. Öğrencilerin tasarım sürecini planlarken kılavuzlarına aldıkları notlar Tablo 4. 10' da verilmiştir.

Tablo 4.10 TTFE Tasarımın İşlem Basamaklarının Planlaması Alt Basamağına Ait Bulgular

Öğrenciler	**Kılavuz 1**	**Kılavuz 2**
Ö1	*Problemi tespit ettikten sonra uygun ortam hazırlanıp çözüm önerileri ürettik. En uygun bulduğumuz çözüm önerisini uygulamaya karar verdik. Çözüm önerisini projeye dökeceğiz. Ardından projeyi geliştirp yorumladık. en sonda sunum yapıp projeyi bitirdik*	*Hangi malzemelri kullanabileceeğimizi ve görevlerini resim üzerinde göstermiştik. Bunlar elektrik motoru, rüzgâr gülü, iletken kablo, sunta, led ampuller.* *Suntaları 400cm2 kareler olacak şekilde keseceğiz. Bir kenar uzunluğu 20 cm olan kareler şeklinde.* *Sonra direği yapacağız. Bu direğe rüzgâr gülünü takacağız. Direk yapıldıktan sonra rüzgâr gülü ve motoru takacağız. Motora bir iletken kablo bağlayıp kablonun diğer ucuna ledi takıp rüzgâr gülünü rüzgâra vereceğiz.*
Ö2	*İlk yapacağımız çalışma hakkında araştırma yaptık sonra uygun olan atıkları bir araya getirdik sonra sonra bidonu hazırlayacağız ve içine koyacağız ve devamında ölçüm yapacağız. Ölçüm sonuçlarımızı kaydeceğiz ve sonrada da okuldaki öğretmen ve arkadaşlarımıza sunacağız.*	*Tasarımı büyük ihtimalle önümüzdeki hafta yapacğız.* *İlk olarak malzemleri ayarlamamız gerek.* *Haftaya ilk dersimizde suntaları ölçmekle başlayacağız. İlk olarak evi yaparız. Sonra direği yaprız. Motoru o direğe takarız ve son olarakta rüzgâr gülünü takıp test edeceğiz.*
Ö3	*Öğretmenimiz bir tasarım görevinden bahsetti. Bu tasarım görevi ile ilgili olan problemi belirledik. Öneriler yazdık. Uygun olan öneriyi beraber seçtik. Sonra tasarım yapcaz.*	*1. Suntaları 20*20cm olacak şekilde cetvel yardımı ile ölçülür. Bu şekilde 6 tane yapılacak. Bunları evin dış duvarları olarak kullanacağız.* *2. Bir ya da iki karenin üzerine pencereler açılacak.* *3. Evin duvarlarından artan suntalarla bir tane direk yapılır.* *4. direğin üzerine elektrik motoru mante edilir ve rüzgâr gülü elektrik motoruna bağlanır.* *5. elektrik motoruna bağlanan bir iletken kablo ledler ya da küçük ampule bağlanır ve basit bir devre kurulur.* *6. saç kurutma ile yapay rüzgâr oluşturulur ve ampuldeki parlaklık incelenir.*

Ö1 ve Ö3 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzlarında mühendislik tasarım sürecinin genelinden bahsettiği görülmektedir. Öğrenciler tasarımı yapılandırırken izlemeyi planladıkları işlemler hakkında bilgi vermemiştir. Bu durum öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinin geneli ile süreç içerisinde yer alan tasarımın işlem basamaklarının planlanma aşamasında karışıklık yaşadıklarını göstermektedir. Ö2 kodlu öğrencinin ifadeleri incelendiğinde ise, doğru süreçten bahsettiği fakat tasarım sürecini detaylı olarak açıklamadığı görülmektedir. İkinci kılavuzlar incelendiğinde, Ö1 ve Ö3 kodlu öğrenciler tasarımı gerçekleştirmeye dair işlem basamaklarını ve tasarımın yapım sürecini detaylı bir şekilde ifade ettiği görülmüştür. Ö2 kodlu öğrencinin ise diğer arkadaşlarına nazaran daha az açıklamada bulunduğu görülmektedir. Tasarımın yapılandırılmasında Ö1 ve Ö3 kodlu öğrencilerin planlarına göre hareket edildiği gözlemlenmiştir. Mühendislik tasarım sürecinde tasarımın yapılandırması basamağının planlanması ile ilgili olan aşamada öğrencilerin gelişim gösterdikleri görülmektedir. Bu durum öğrencilerin planlama becerilerinin geliştiğini göstermektedir.

Tasarım ile ilgili yapılan genel açıklama, taslak çizimi ve tasarımın yapım sürecinin planlanmasından sonra tasarımın yapılandırıldığı aşamaya geçilir. Bu aşama, belirlenen çözüm önerisinin bir sonuca ulaştığı ve taslak çiziminin somut hale getirildiği aşamadır. Öğrenciler bu aşamanın başından sonuna kadar grup olarak hareket ederler. Bundan dolayı öğrenciler benzer deneyimler yaşamışladır. Birinci kılavuzda öğrenciler, tasarımlarını yapılandırırken ilk olarak kompostun haznesini tasarlamışlar sonra ise atıkları toplamışlardır. Öğrencilerin süreçte malzemelerin işlevine takılmadan malzemeleri kullandıkları gözlemlenmiştir. Örneğin kompost haznesi için 20 lt'lik bidonu eşit aralıklarla delmeleri gerekiyordu. Bunun için matkap kullanmayı denediler fakat kullanmakta zorlandıkları için bir çiviyi ısıtarak bidona küçük delikler açtılar. Öğrenciler kompost haznesinin yapılmasının ardından yemekhaneden ve okulun etrafından kompost için uygun atıkları tespit etmişlerdir. Ardından bu atıkları belirli özelliklere göre ayırarak toplamışlardır. Öğrencilerin atıkları toplamadan önce tespit etmeleri bilimsel süreç becerilerinin alt boyutlarından olan gözlem becerisini kullandıklarını gösterirken, bu atıkları belirli özelliklerine göre ayırmaları sınıflama becerisini kullandıklarını göstermektedir. Kompostun hazırlanmasından sonra öğrenciler belirli aralıklar ile ölçüm yaparak ölçüm verilerini kaydetmişlerdir. Tasarım yapılandırılırken grup içi anlaşmazlıkların yaşandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrenciler tasarımı yapılandırırken deneme yanılma yoluyla ilerlemişlerdir. Diğer taraftan öğrencilerin tasarımın dış görünüşünün güzel görünmesi için yeteri kadar önlem almadıkları gözlemlenmiştir. Bu durumlara tasarım sürecini detaylı bir şekilde planlamamalarının sebep olabileceği düşünülmektedir. Ö3 kodlu öğrenci birinci kılavuz tasarım sürecini şu şekilde açıklamıştır:

"Bugün kompost haznesini yapmaya başladık. Geçen hafta öğretmenimiz malzemeleri bugüne kadar bulmamızı istedi. Yatılı okulda kalmak bu yüzden bizi baya yordu. En çok ihtiyacımız olan bir tane bidon. Kıbrıs pazarında vardı. Biz bunun için Fatma Hoca'dan yardım aldık. O getirdi bize bidonu. Bidon boğum boğumdu. Boğumlarını sayarak üzerinden bir kapı açtık. Bidonu yan yatırdık. Bu kapıya bir kilit astık. Kilidi okuldan bulduk. Bidonu makasla kestik. Bidonun üzerine delikler açmamız gerekiyordu. Bu delikleri matkap kullanalım dedik ama gerek yoktu. Zaten çok kalın bir şey değil bidon. Bir çiviyi ısıtıp ısıtıp deldik. Grupta ilk bı anlaşmazlık oldu. Ben anlamadım neden öyle oldu. Bu anlaşmazlık bidonu kompost haznesine çevirmede geçikme oldu. Bu hazenin içine atıkları koyamadık. Fatma hoca hafta sonu nöbetçiymiş. Şimdiden yemekhanede olan atıkları taoplarız biz. Hafta sonu doğadan toplar kompostu bidona yani haznesine koyarız."

Ö3 kodlu öğrencinin açıklamaları incelendiğinde, yurtta kalmalarından kaynaklı olarak malzeme bulma konusunda zorlandıkları gözlemlenmiştir. Grup içerisinde birtakım

anlaşmazlıkların yaşandığı ve bu anlaşmazlıkların tasarımın yapım süresini olumsuz etkilediği görülmektedir. İfadelerden tasarımın kalan kısmının hafta sonu devam edileceği anlaşılmaktadır. Malzeme temini noktasında dezavantaj olan yatılı okul, tasarımın tamamlanmadığı durumda hafta sonu devam etme imkânı sunması açısından avantajdır. Öğrencinin kompost haznesinde kapının yeri belirlenirken, ölçmeye dayandırmadan "bidon boğum buğumdu boğumları saydık" şeklinde bir ifade kullanması öğrencilerin tasarım esnasında, göz kararına göre hareket ettiklerini göstermektedir. Sergilenmiş olan bu davranış bilimsellikten uzak olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin, bidonda delik açmak için çiviyi ısıtıp kullanmaları, ellerinde bulunan malzemelerin işlevlerine takılmadan değerlendirebildiklerini göstermektedir. Bu durum öğrencilerin yaratıcı düşünme becerisini kullandıklarını göstermektedir.

Uygulamanın ikinci kılavuzunda öğrenciler yine grup olarak çalışmışlardır. Öğrenciler yaptıkları plan ve çizimler dahilinde süreci yürütmüşlerdir. Bu kılavuzda yürütülen tasarım sürecinin daha sistematik ilerlediği gözlemlenmiştir. Öğrenciler, bu kılavuzda kriterler arasında estetik kavramına yer vermişler ve tasarımlarını yapılandırırken güzel görünmesi için özenmişlerdir. Birinci kılavuzda öğrencilerin tasarımı kaba taslak yapılandırdıkları gözlemlenmiştir. İkinci kılavuzda ise daha fazla ayrıntıya girerek, yapılandırdıkları gözlemlenmiştir. Örneğin öğrenciler ikinci kılavuzda küçük olan parçaları bir araya getirerek bir direk yapmışlardır. Bu durum öğrencilerin el becerilerinde gelişme olduğunu göstermektedir. İkinci kılavuz ile ilgili yürütülen tasarım sürecini Ö2 kodlu öğrenci şu şekilde açıklamıştır:

"Bu hafta tasarımın küçük bir şeklini yapacağız bunun için ilk olarak suntaları ölçtük ölçümü yaparken cetvel kullandık evin kapılarını pencerelerini ayarladık boyut olarak benzeyen aynı olan suntaları yan yana koyduk. Düz suntaların üzerine çizim yaptık bizim çizdiğimiz yerlerden öğretmenimiz kestirdi ilk defa gördüğüm bir yapıştırıcı ile bu kesilen suntaları birbirine uygun olacak şekilde yapıştırdık yapıştırma yaparken öğretmenimiz yardım etti evin duvarları olan suntalar 20 x 20 şeklinde idi. Pencereler 5'e 5 kare, kapı 7. 50 x 5 dikdörtgen, çatı olacak şekilde ölçmüştük evi yaptıktan sonra kalan sunta parçaları ile direkt yaptık Dileği en üstüne yani tepesine 12 V'luk elektrik motorunu bağlayıp ucuna rüzgâr gülü taktık. Rüzgâr gülünü plastik hazırladık iletken kablo ile evin içine bir elektrik devresi döşedik Rüzgâr yapmak için saç kurutma makinesini kullandık çok mutluyum yaparken çok keyif aldık. Gururlu hissediyorum başarmak çok güzel bir duygu."

Ö2 kodlu öğrencinin açıklamaları incelendiğinde, öğrencilerin süreç içerisinde bazı bilimsel süreç becerilerini kullandığı görülmektedir. "*Pencereler 5'e 5 kare, kapı 7. 50 x 5 dikdörtgen"* ifadesi öğrencilerin sayısal verileri kullanma ve ölçme becerilerini kullandıklarını göstermektedir*." boyut olarak benzeyen, aynı olan suntaları yan yana koyduk"* ifadesi ise öğrencilerin sınıflama becerisini kullandığını göstermektedir. Bir diğer taraftan öğrenciler bu kılavuzda ölçüm yaparken cetvel kullanmışlardır. Tasarımın yapılandırılması aşamasında öğrenciler süreçten keyif aldıkları dolayısı ile motivasyonlarının arttığı gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin tasarımı yapılandırma basamağı ile ilgili mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar Tablo 4. 11'de verilmiştir.

Tablo 4.11. TTFE Prototipi Yapılandırma Basamağına Ait Bulgular

	Öğrencinin Adı	**Kılavuz 1 puan**	**Kılavuz 2 puan**
Prototipi Yapılandırma	Ö1	2	3
	Ö2	2	3
	Ö3	2	3

Bu aşamada öğrenciler prototipi beraber yapılandırdıkları için beraber değerlendirilmiştir. Bu sebepten hepsine aynı puan verilmesi uygun görülmüştür. Tablo 4.11 incelendiğinde öğrencilerin prototipi yapılandırma basamağında gelişim gösterdikleri görülmektedir. Öğrencilerin yapmış oldukları ürünler her iki kılavuzda da belirlemiş oldukları kriterleri karşılamaktadır. Fakat ikinci kılavuza göre yapılan prototipin kriterleri daha net ve detaylı karşıladığı görülmüştür.

Prototipin yapılandırılmasından sonra iyileştirme çalışmaları yapılmasının gerek olup olmadığını tespit etmek için öğrencilerden sürecin başında kurdukları hipotezleri prototip üzerinde test etmeleri istenmiştir. Öğrenciler prototipi test etmek için hipotez oluştururlar, hipotezleri doğrulamak için deney tasarlar ve değişkenleri belirlerler. Bu doğrultuda öğrencilerin kılavuzlarda kurdukları hipotezler ve belirledikleri değişkenler Tablo 4. 12' de verilmiştir.

Tablo 4.12. Öğrencilerin Kurdukları Hipotezler ve Değişkenler

Öğrencilerin adları	Öğrencilerin kurdukları hipotezler ve Belirledikleri değişkenler	
	1. Kılavuz	**2. Kılavuz**
Ö1	*Karıştırma etkisiyle kompostta olan sıcaklık artar.* ***Bağımsız değişken**: karıştırma* ***Bağımlı değişken**: sıcaklık artışı* ***Kontrol değişkeni**: kompost ve ortam*	*Rüzgâr enerjisi arttıkça ampulun parlaklığı artar.* ***Bağımsız değişken**: saç kurutma makinesinin derecesi (rüzgârın hızı)* ***Bağımlı değişken:** Ampul parlaklığı* *Kullanılan elektrik motoru ve ledler sabit tutulup rüzgâr gülünün büyüklüğü artarsa lamba parlaklığı artar.* ***Bağımsız değişken:** Rüzgâr gülü büyüklüğü* ***Bağımlı değişken**: lamba parlaklığı* ***Kontrol edilen değişken:** elektrik motoru ve ledler*
Ö2	*Karıştırma ve sulama yapma kompostaki sıcaklığı artırır mı?* ***Kontrol edilen değişken**: kompostun ortamı* ***Bağımsız değişken**: sıcaklık artışı* ***Bağımlı değişken:** Kompost sulama ve karıştırma*	*Rüzgârın yani saç kurutma maknesinin üfürdüğü hava arttıkça ampul parlaklığı artar.* ***Bağımsız değişken:** saç kurutma makinesi derecesi* ***Bağımlı değişken:** ampül parlaklığı* ***Kontrol edilen değişken:** aynı rüzgâr gülü ve elektrik motoru.*
Ö3	-	*Saç kurutma makinesinin gücü, ayarı arttıkça ampulun parlaklığı artar.* ***Kontrol edilen değişken**: Ortam* ***Bağımsız değişken:** saç kurutma makinesi ayarı* ***Bağımlı değişken**: ampul parlaklığı*

Ö1 kodlu öğrencinin her iki kılavuzda da kurduğu hipotez ve belirlemiş olduğu değişkenler incelendiğinde, öğrencinin hipotezi ve değişkenleri hatasız belirlediği görülmektedir. Ö1 kodlu öğrencinin ikinci kılavuzda kurmuş olduğu "*Kullanılan elektrik motoru ve ledler sabit tutulup rüzgâr gülünün büyüklüğü artarsa lamba parlaklığı artar"* hipotezi birinci ve ikinci kılavuzda daha önce kurmuş olduğu hipotezlere göre daha bilimsel ve daha detaylı olduğu söylenebilir. Ö2 kodlu öğrencinin birinci kılavuzda hipotez olarak kurduğu cümlenin bir problem cümlesi olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencinin problem cümlesi ile hipotez cümlesini karıştırdığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca öğrenci birinci kılavuzda değişkenleri doğru belirleyememiştir. Ö2 kodlu öğrencinin ikinci kılavuzunda hipotez kurabilmesi ve değişkenleri hatasız belirleyebilmesi tasarım temelli fen eğitimi sürecinin verimli işlediğini göstermektedir. Ö3 kodlu öğrenci birinci kılavuzda hipotez kuramamıştır ve değişken belirleyememiştir. Uygulamanın ikinci kılavuzu incelendiğinde Ö3 kodlu öğrencinin hipotez kurabildiği ve değişkenleri hatasız belirleyebildiği görülmektedir. Öğrencilerin uygulama süreci içerisinde hipotez kurma ve değişken belirleme becerilerinde gelişim gösterdikleri görülmektedir. Bu durum yapılan akran öğretiminin işlevsel olduğunu göstermektedir. Bu bulguları öğrencinin günlüğüne yazmış olduğu aşağıdaki ifadeler destekler durumdadır.

"Hipotez kuramamıştım ben. Ö1 bana etütte anlattı. Öğrenmemde çok etkili oldu. Artık hipotez kurabiliyorum. Örnekler verdi. Kendimiz sonra bie hipoteze karar verdik. "

Ders içerisinde öğretmen öğrencilerin kurmuş oldukları hipotezleri incelemiş ve birinci kılavuz da hipotez kurma konusunda yeterli olan tek bir öğrencinin olduğunu gözlemlemiştir. Bu doğrultuda Ö1 kodlu öğrenciyi diğer öğrencilere hipotez kurması konusunda o gün yapılacak olan etüt saati içerisinde yardımcı olması adına görevlendirmiştir. Öğretmen yatılı okulun genel işleyişinde yer alan etüt saatlerini öğrencileri akran eğitimine yönlendirerek etüt saatini uygulama süreci için avantaja çevirmeye çalışmıştır. Öğrenciler, yaptıkları araştırmalarda kompostta üretilen ısıyı etkileyen değişkenlerin olduğunu ve bunu test etmek istediklerini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda "Karıştırma etkisi kompostun sıcaklığını arttırır." hipotezini prototip üzerinde test etmeye çalışmışlardır. Araştırmacı konumunda olan öğretmen öğrencilerden, karıştırma etkisinin kompostun sıcaklığına olan etkisini icelemek için nasıl bir deney kurmayı planladıklarını öğrenmek için deney fikrini bireysel olarak defterlerine yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin yanıtları Tablo 4. 13'de verilmiştir. Ayrıca aynı tabloda öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzda tasarladıkları deney senaryolarının karşılaştırılması için ikinci kılavuz içinde tasarladıkları deneyler Tablo4.13'de yer almaktadır.

Tablo 4.13. Öğrencilerin Deney Tasarıları

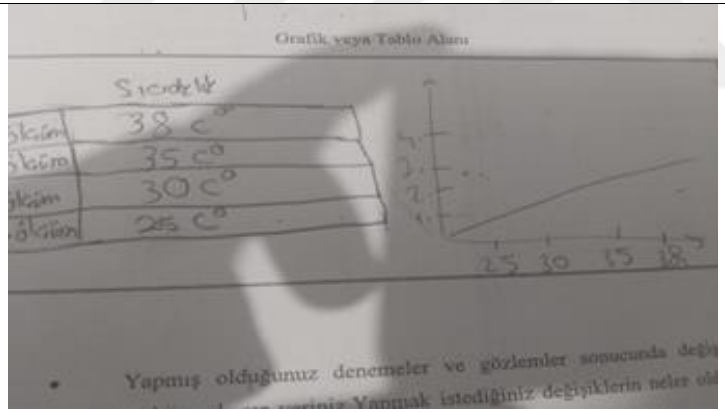
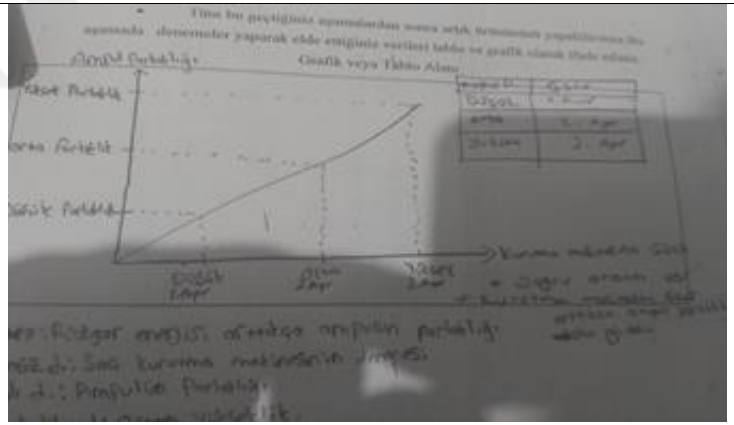
Öğrencilerin adları	**Öğrencilerin deney tasarıları**	
	1. Kılavuz	**2. Kılavuz**
Ö1	*Kompostu karıştırmadan önce ikiye ayırırım. Birini karıştırır ertesi gün ölçerim. Diğerini ayırdığım gün ölçerim.*	*Aynı yükseklikte direk yaparım. Ledler ve motor aynı olacak şekilde bir direğe büyük rüzgâr gülü, diğerine küçük rüzgâr gülü takarım. Saç kurutma makinesini aynı ayarda çalıştırarak veririm Ledlerde yanan ışığı gözlemlerim.*
Ö2	*Bir termo metre alırım bu termometreyi karıştırdıktan sonra kompostun içinde bir süre bekletirim ölçerim. Sonra aynı kompostu karıştırır tekrar ölçerim.*	*Ampulun parlaklığını gözlemlemek için önce saç kurutma makinesini az ayarda sonra çok ayarda çalıştırırım. Ampulun parlaklığına bakarım*
Ö3	*'Bu kompostu bir kere karıştırırım ölçerim, bide karıştırmadan ölçerim. Ama şöyle karıştırdım ya ölçümü aynı gün yapmam bir gün sonra yaparım*	*Rüzgâr olarak saç kurutma makinesini kullandık. Saç kurutma makinesinin derecesini bi en düşük dereceye getirir ampulun parlaklığına gözlerim, bi de en yüksel olan derecesine getirir ampulun parlaklığına bakarım.*

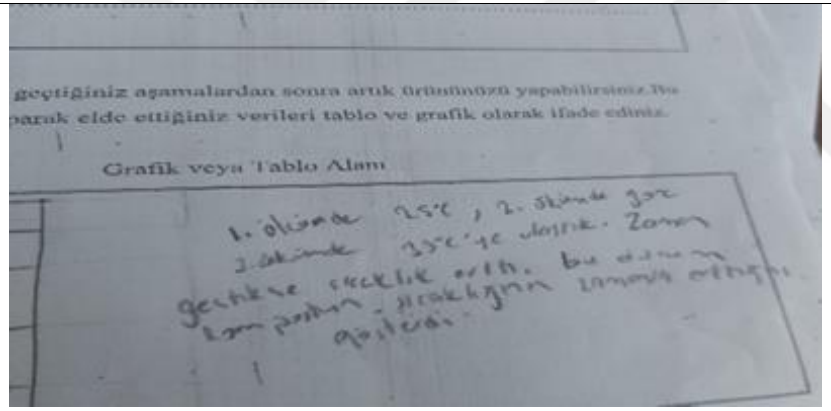
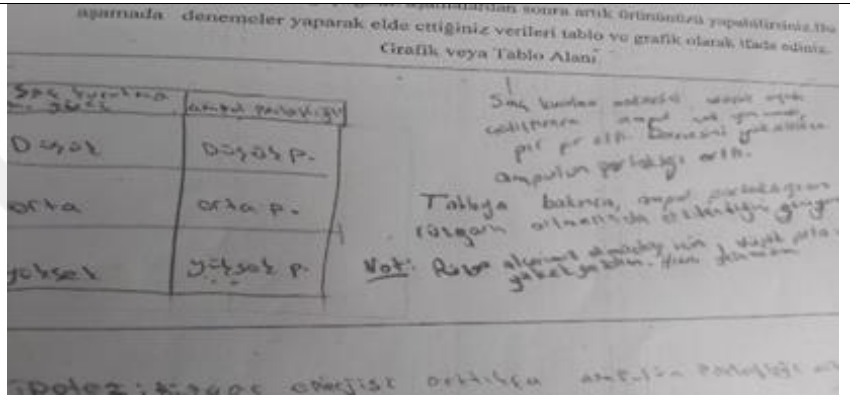
Tablo incelendiğinde, öğrencilerin 1. kılavuzda karıştırma etkisinin kompostun sıcaklığına etkisinin test edilmesi için deney tasarladıkları görülmektedir. İkinci kılavuzda tasarlanan deneyler, incelendiğinde, Ö1 kodlu öğrencinin kullanılan pervanenin ebatının ampulün parlaklığına etkisini, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler ise rüzgârın hızının ampul parlaklığına etkisini test etmeye yönelik deney senaryoları kurdukları görülmektedir. Öğrencilerin birinci kılavuz için tasarlanan deney düzenekleri hipotezi test etmek için uygun olmadığı görülmektedir. Çünkü öğrenciler deney düzeneklerinde kontrollü deney yapamayacakları senaryolarda bulunmuşlarıdır. Bu duruma öğrencilerin daha önce deney

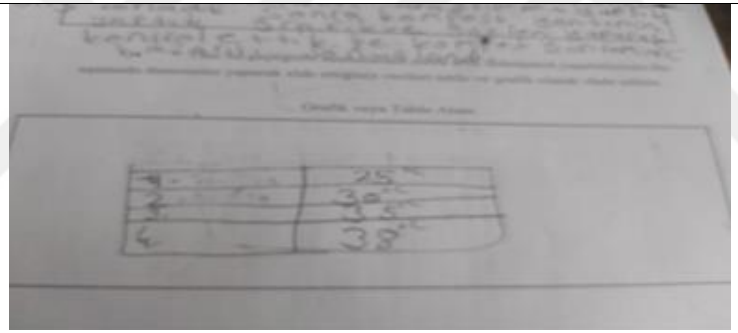
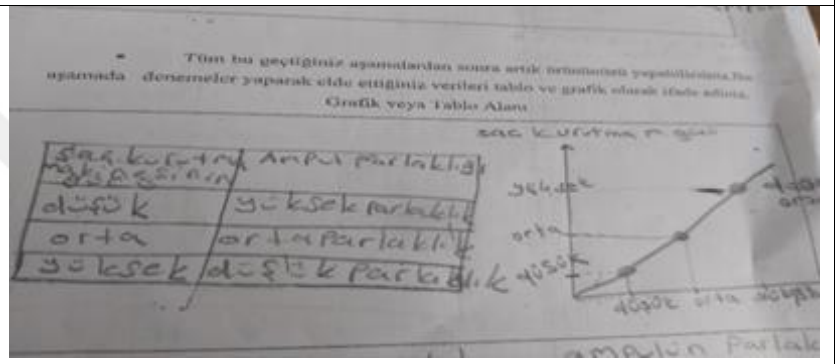
tasarlama ile ilgili etkinliklerde aktif rol almamaları sebep olabilir. İkinci kılavuzda Ö1 kodlu öğrenci Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerden farklı bir deney düzeyi tasarlamıştır. Uygulamanın ikinci kılavuzu için tasarlanan deney düzeneklerinin ölçülmek istenilen değişkenleri yansıttığı ve kurulan hipotezleri test etmek için amaca hizmet ettiği görülmektedir. Yapılan yorumlar dahilinde öğrencilerin, bilimsel süreç becerileri için çok önemli bir alt boyut olan deney tasarlama becerisinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler tasarım üzerinde denemeler yaparken grup olarak hareket etmiş fakat deney verilerini ayrı ayrı kaydetmişlerdir.

Öğrenciler denemeler sonucunda elde ettikleri verileri kılavuzda yer alan tablo ve grafik alanına grafik veya tablo olarak ifade ederler. Bu aşamada öğrencilerden verileri doğru bir şekilde kaydetmeleri ve verileri yorumlamaları beklenir. Öğrencilerin kılavuzlarda tablo ve grafik alanı ile ilgili görseller Tablo 4. 14' de sunulmuştur.

Tablo 4.14 Öğrencilerin Kılavuzlarındaki Grafik veya Tablo Alanı Görselleri

	1.Kılavuz çizim	2.Kılavuz çizim
Ö1 kodlu öğrencinin taslak çizimleri		
	Ö1 kodlu öğrencinin birinci kılavuzda ölçüm verilerini kaydettiği alan incelendiğinde, öğrencinin verileri tablo ve grafik kullanarak sunduğu görülmektedir. Fakat öğrenci bu tablo ve grafiği yorumlayarak bir sonuca varamamıştır.	Ö1 kodlu öğrencinin çizmiş olduğu tablo ve grafik incelendiğinde rüzgârın gücünü 1. ayar, 2. ayar, 3. ayar olarak; lamba parlaklığını ise aynı şekilde düşük, orta ve yüksek olarak belirttiği görülmektedir. Öğrencinin fön makinesinin üç ayarı ile rüzgâr oluşturup lambanın parlaklığını gözlemlediği ve ölçüm yapmadan sonuçlarını tabloya not aldığı söylenebilir. Ayrıca öğrencinin tablo ve grafiği yorumlayarak bir sonuca vardığı görülmektedir

	1.Kılavuz çizim	2.Kılavuz çizim
Ö2 kodlu öğrencinin taslak çizimleri		
	Ö2 kodlu öğrencinin grafik ve tablo alanı incelendiğinde öğrencinin elde ettiği verileri sadece yazılı olarak yani not tutarak ifade ettiği verileri tablo oluşturarak ve grafik çizerek gösteremediği görülmektedir. Bu durum öğrencinin ölçümler sonucunda elde ettiği verileri herkesin anlayabileceği biçimde kılavuza kaydettiğini fakat bu verileri grafik ve tablo üzerinde göstermede yetersiz kaldığını göstermektedir.	Ö2 kodlu öğrencinin kaydettiği veriler incelendiğinde, öğrencinin ölçüm sonuçlarını küçük notlar ile ifade ettiğini ve bu verileri tabloya aktararak bir tablo oluşturduğu, tabloyu oluştururken de sütun ve satırlara uygun adlandırmalar yaptığı görülmektedir. Ayrıca öğrencinin not aldığı, tablo oluşturduğu ve verileri çizgi grafiği ile ifade edebildiği görülmektedir.

	1.Kılavuz çizim	2.Kılavuz çizim
Ö3 kodlu öğrencinin taslak çizimleri		
	Ö3 kodlu öğrenci verilerini kaydederken tablo kullanmıştır. Tablo incelendiğinde öğrencinin tabloda satır ve sutünlarda bir adlandırma yapmadığı görülmektedir. Bu durum öğrencinin verileri kaydetmek için tablo kullanılabildiğini biliyor olduğunu fakat tablo oluşturma konusunda eksiklerinin olabileceğini göstermektedir.	Ö3 kodlu öğrencinin tabloyu ve grafiği doğru bir şekilde doldurduğu ve gözlem sonuçlarını bu tablo ve grafiğe yansıttığı görülmektdir. Ayrıca öğrencinin grafiği yorumladığı görülmüştür.

Tablo 4. 14'de yer alan görsel ve yorumlar incelendiğinde öğrencilerin verileri kaydetme becerisinde gelişim gösterdikleri görülmektedir. İkinci kılavuzda öğrenciler lamba parlaklığını ve rüzgârın şiddetini sözel ifadeler kullanarak belirtmiştir. Bunun sebebi okulun laboratuvarında rüzgârın hızını ve ışığın şiddetini ölçen cihazların olmamasıdır.

Öğrencilere her iki kılavuzda da "Yapmış olduğunuz deneme ve gözlem sonuçlarınız nelerdir?" sorusu yöneltilmiş öğrencilerin cevaplarını defterlerine yazmaları istenilmiştir. Yöneltilen soru ile öğrencilerin gözlem sonuçlarını ifade edebilmeleri sorgulanmak istenmiştir. Üç öğrencinin birinci ve ikinci kılavuzda verdiği yanıtlar tablo 4. 15'de verilmiştir.

Tablo 4.15 Öğrencilerin Gözlem Sonuçları

Öğrencilerin adları	**Öğrencilerin gözlem sonuçları**	
	1. Kılavuz	**2. Kılavuz**
Ö1	*Kompostun sıcaklığı artmış olabilir.*	*Denemeler sonucunda rüzgârın hızının yani saç kurutma makinesinin derecesini arttırdığımızda lamba parlaklığı arttı.* *Lamba parlaklığı arttı.* *Yapılan demeler sonunda rüzgâr gülünün çapı büyük olanda lamba parlaklığı arttı.*
Ö2	*Kompostla ısı üretilebilir.*	*Evimizde kullandığımız rüzgâr gülünün rengi mavidir.* *Rüzgârın hızı arttıkça ampül parlaklığı arttı.*
Ö3	*"Kompostumuz kararmaya başladı, ısı yakmış olsa gerek."* *"Sıcaklık artışını gözlemledik."*	*Saç kurutma makinesi düşük ayarda çalışırken ışık sönük sönük yandı ama yüksek ayardayken daha net ve parlaktı.* *Saç kurutma makinesinin derecesi arttıkça lamba parlaklığı arttı.*

Öğrencilerin birinci kılavuzlarında, gözlem sonuçlarını, gözlem cümlesi olacak biçimde yazamadıkları görülmüştür. Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzda yazdıkları cümlenin, gözlem cümlesinden ziyade bir tahmin cümlesi olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin gözlem yaptıklarını fakat gözlem sonuçlarını uygun biçimde ifade edemediklerini göstermektedir. Grup çalışması yapılarak gözlemlerin ifade edilme biçimleri konusunda öğrenciler geliştirilmeye çalışılmıştır. İkinci kılavuzlar incelendiğinde, öğrencilerin gözlemlerini detaylı olarak verdikleri ve sonuç olarak ifade ettikleri görülmüştür. Elde edilen veriler kapsamında öğrencilerin bilimsel süreç becerisi alt boyutlarından gözlem yapma ve sonuç çıkarma becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Çözümleri test etme ve değerlendirme basamağı kapsamında, prototipin problemin çözümü için uygunluğu ve amaca hizmet edip etmediği değerlendirilir. Değerlendirme, elde edilen test sonuçları ve kriter ve sınırlılıklar dikkate alınarak yapılır. Bu aşamada denemeler, gözlemler ve değerlendirme sonucunda prototipte değişikliğe gerek olup olmadığına karar verilir. Öğrencilerden bu aşamada yukarıda bahsedilen özelliklere dikkate ederek

değerlendirme yapmaları istenir. Aynı zamanda öğrencilerden, değerlendirme sonucunda prototip üzerinde değişiklik yapılacaksa, neler olduğunu grup arkadaşları ile ayrıntılı bir şekilde tartışıp değişiklikleri yazarak veya çizim üzerinde ifade etmeleri beklenir. Öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzda bireysel olarak ifade ettikleri değerlendirme sonuçları Tablo 4.16' da verilmiştir.

Tablo 4.16 Öğrencilerin Çözümleri Değerlendirme Basamağına Ait Bulguları

Öğrenciler	**1. Kılavuz**	**2. Kılavuz**
Ö1	*Komposttumuz hazır artık süreç boyunca izleyip not alacağız. Tasarlamız olduğumuz düzenekte bırıktırmış olduğumuz atıkları uzun süre bekletip gözleyince sıcaklık artışını ölçtük. Çözüm için* *Isı yalıtım malzemesi kullanabiliriz. Kararımız bu.*	*Yaptığımız tasarım bizim belirlemiş olduğumuz sağlamlık kriterine uygun bir halde. Para yönünden bizi zorlamadı. Ekonomik bir tasarım oldu. Imkanlarımız dahilinde oldu. Amacımıza ulaştık. Yaptığımız denemeler sonucunda lamba ışık verdi. Tek sorun rüzgârın hızının ölçemedik. Çünkü rüzgâr hızını ölçen cihaz bızde yok. Sadece gözlem yaptık. Yaptığımız tartışma sonucunda tasarımımızı geliştirmek için üretilen enerjiyi depolayacak bir şey yapabileceğimizi düşündük.*
Ö2	*Doğa için faydalı bir proje oldu. Kompostta ısı kaybını azaltmak için yalıtım malzemesi kullanabiliriz.*	*Tasarım üzerinde bir değişiklik yapmak istemedik. Elimizden geldiği kadar yaptık. Bizim amacımız elektrik üretmekti yani rüzgârdan elektrik üretmekti gerçekleşti. Tasarımı değerlendirdiğimde boyut olarak gerçeği yansıtmasa da güzel bir ürün oldu. Ama tasarımı geliştirmek için elektirik enerjsini depolamak için bir sistem kurulabillir.*
Ö3	*Tasarımımızı değerlendirdiğimde amacımıza ulaştığımızı görüyorum. Test sonuçlarımız* *Tasarımızı geliştirmek için tartışma sonucunda ısı yalıtımı yapabileceğimizi düşündük. Bu da ısı kaybı daha az olsun diye.*	*Yaptığımız tasarımı kriter ve sınırlılıklar yönünden değerlendirince sağlamlık kriterini karşıladı. Bizi ekonomik olarak çok zorlamadı. Amacımız elektrik enerjisi üretmekti. Biz bunu başardık.* *Tasarım gelişsin diye bu üretilen enerjiyi depolayan bir şey yapabiliriz dedik.*

Öğrencilerin üçü de her iki kılavuzda grup çalışması sonucunda aldıkları iyileştirme ve geliştirme fikirlerinden bahsetmiştir. Ö1 kodlu öğrencinin birinci kılavuzda çözümleri değerlendirirken kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak, prototipin artı ve eksi yönlerini dikkate alarak bir değerlendirme yapamadığı görülmektedir. Öğrencinin ikinci kılavuzda, kriter ve sınırlılıklara göre değerlendirme yaptığı, değerlendirme sırasında yapmış oldukları denemelerden bahsettiği ve elde ettikleri sonuçlara değindiği görülmektedir. Ayrıca tasarımın nasıl geliştirilebileceğine yönelik grup çalışması sonucunda aldıkları karara deyinmiştir. Ö2 kodlu öğrencinin birinci kılavuzdaki değerlendirme cümlesi öznel bir ifade olmakla beraber öğrencinin prototipi kriter ve sınırlılıklar dahilinde değerlendiremediği görülmektedir. Bu durum öğrencinin tasarımı değerlendirme basamağında yeterli performans sergileyemediğini aynı zamanda öğrencinin fikir belirtmek ile değerlendirme yapmayı birbirine karıştırdığını

göstermektedir. İkinci kılavuz incelendiğinde öğrencinin çözümleri değerlendirirken, tasarımın amaçları doğrultusunda gerçekleştiğine, kriter ve sınırlılıklar dahilinde gerçekleşen bir tasarım olduğuna ve tasarım çizimleri ile aynı tasarım olduğuna değindiği görülmektedir. Bu durumda öğrencinin tasarımı değerlendirme performansında yeterlilik gösterdiği görülmüştür. Ö3 kodlu öğrenci birinci uygulamada çözümü değerlendirirken, hangi kriterleri ve sınırlılıkları ne kadar veya nasıl karşıladığına yönelik ifadeler kullanmadığı görülmektedir. Böyle bir durumda öğrencinin değerlendirme yapma aşamasında beklenen performansı yerine getiremediği söylenebilir. Öğrencinin ikinci kılavuzda değerlendirme amacı ile yazmış olduğu ifadeler incelendiğinde, tasarımlarının sağlamlık kriterini karşıladığını dile getirdiği görülmektedir. Öğrenci tüm kriterleri değerlendirmeye almasa da değerlendirmenin nasıl yapıldığına dair bir fikir sahibi olduğu düşünülmektedir. Tasarımın tekrar düzenlenmesi için önemli olan bu aşamada öğrencilerin gelişim gösterdikleri görülmektedir. Ayrıca fen öğrenme becerisi alt boyutlarından olan değerlendirme yapma becerisini kullandıkları ve gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Öğrencilerden verileri doğru bir biçimde kaydetmeleri ve elde ettikleri verilerin belirlenen problemi ne kadar çözebiliyor bunu gözlemlemeleri beklenir. Bir diğer taraftan prototipi değerlendirerek, gerekli iyileştirmeleri tespit etmeleri istenir. Tablo 4.17 incelendiğinde öğrencilerin prototipin problemin çözümü için uygun olup olmadığının test edildiği bu aşamada öğrencilerin mühendislik tasarım süreci aşamaları değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar görülmektedir.

Tablo 4.17 TTFE Çözümleri Test Etme ve Değerlendirme Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	**Kılavuz 1 puan**	**Kılavuz 2 puan**
Çözümleri Test Etme ve Değerlendirme	Ö1	2	3
	Ö2	2	3
	Ö3	2	3

Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzdaki performansları gözlemlendiğinde, verileri doğru bir şekilde kaydettiği fakat verileri yorumlayamadığı görülmektedir. Ayrıca öğrenciler prototip problemi çözebiliyor mu çözemiyor mu belirtmemiştir. Bu durum öğrencilerin kendilerinden beklenen performansı sergileyemediklerini göstermektedir. Öğrencilerin ikinci kılavuzları incelendiğinde, öğrencilerin verileri tablo ve grafik alanına doğru bir şekilde kaydetmeye ve yorumlamaya çalıştıkları görülmektedir. Tüm öğrenciler birinci kılavuzdan farklı olarak prototipi kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak değerlendirmişlerdir. Bu durum da öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerinden

çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında performanslarının arttığı söylenebilir.

. **4. İstasyon: Ürün Tanıtma**

Bu istasyon, prototipin tanıtıldığı, test sonuçlarının sunulduğu, prototipin iyileştirilmesi üzerine bilgilerin verildiği kısımdır. Öğrenciler öncesinde prototiplerini test etmiş, güçlü ve zayıf yönlerini keşfetmişlerdir. Özellikle Ö3 kodlu öğrenci olmak üzere tüm öğrenciler birinci uygulamanın sunum aşamasında çekingen davranırken, ikinci uygulamanın sunum aşamasında çekinmeden, kendilerinden emin bir tavırla sunumlar yapmışlardır. Bu durum süreç içerisinde öğrencilerin iletişim ve sunum becerilerinin geliştiğini göstermektedir.

Öğrencilerden, test sonuçlarını doğru bir şekilde sunmaları ve tasarımın nasıl bir gelişim göstereceği konusunda bilgi vermeleri beklenmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerden bir sunum metni hazırlamaları istenilmiştir. Öğrencilerin hazırladıkları sunum metinleri Tablo 4.18'de verilmiştir. Ayrıca aynı tabloda öğrencilerin sunum basamağına yönelik mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlarda mevcuttur.

Tablo 4.18. TTFE Tasarımı Sunma Basamağına Ait Bulgular

	Öğrenciler	Kılavuz 1 puan	Kılavuz 2 puan	Kılavuz 1	Kılavuz 2
Tasarımı Sunma	Ö1	1	3	*Yaptığımız proje zamanımızı çok aldı. çok uğraştık. Projeyi yaparken grup çalışması yaptık. Projemizde amaç biyolojik gübre üretmek ve ısı üretmekti. Burada tasarımı yaparken önemli olan faydalı olmasıydı. Faydasıda oldu. Okulumuzn etrafında bulunan kuru yağrakları topladık ve bu proje için kullandık. Sonuçta ısı enerjisi elde ettik. Sıcaklık artışını termometre ile ölçtük. Biz projemizi daha genliştirmek istiyoruz ilerde.*	*Ben ilk önce amacımızı belirtmek isterim. Amacımız rüzgâr enerjisinden faydalanarak elektrik enerjisi üretmekti. Bunun için bir tasarım yapmaya karar verdik. Birçok aşamadan geçtik bu tasarımı yaparken. Birçok araştırma yaptık. Tasarımımızı görüyorsunuz. Tasarımı yaparken imkanlarımız dahilinde ekonomik bir ürün olmasına dikkat ettik. Ayrıca sağlam olması bizim için çok önemliydi. Bu yüzden sunta kullnanmaya karar verdik. Elektrik motoru, iletken kablo kullandığımız diğer malzemelerdendi. Ha bir de yapıştırıcı.*
	Ö2	1	3	*Çalışmamızdaki amacımız kompost yöntemini kullanarak ısı ve gübre üretmekti. Bunun için atık maddeleri kullandık. Atık madde olarak muz kabuğu elma kabuğu yaprak kurusu falan kullandık. Projemizin çok faydalı olduğunu ve çevre için çok faydalı olacağını düşünüyoruz.*	*Arkadaşım size tasarım esnasında kullandığımız malzemeleri ve tasarımın amacından bahsetti. Ben de şimdi size nasıl yaptığımızı anlatacağım. İlk olarak şu görmüş olduğunuz evin duvarlarını ölçtük ve kesim için marongozdan yardım aldık. Bunu Fatma Hoca yaptı. Yani kestirme işini. Sonra bunları ilk defa gördüğüm bir yapıştırıcı ile yapıştırdık. Elimizde kesimlerden sonra kalan parçalar ile şu uzun direği yaptık. Oraya elektrik motorunu ve rüzgâr gülünü bağladık.*
	Ö3	0	3	-	*Merhaba bende size şimdi elde ettiğimiz sonuçları vereceğim. Rüzgârın hızı arttıkça ışık parlaklığı artar mı diye bir hipotez kurduk. Yani bunu kanıtlamak için denedik. İlk olarak rüzgâr gülüne saç kurutma makinesinin 1. Ayarını sonra 2. Ayarını sonra ise 3. Ayarını verdik. Sonuçları not ettik. 1. Ayarda az yanarken diğer ayarlarda daha fazla yandı.*

Öğrencilerin birinci kılavuzlarında ki sunum yazıları incelendiğinde, Ö1 kodlu öğrencinin tasarımı başarılı yapan özellikleri sunum dahilinde değinmediği görülmektedir. Sunum esnasında öğrencinin test sonuçlarını raporlayıp sunmadığı gözlemlenmiştir. Ö2 kodlu öğrencinin tasarımın amacı, kullanılan bazı malzemeler ve öğrencinin kendi duygu ve düşüncelerinden bahsettiği görülmektedir. Sunum metninde prototipi anlatırken hangi krite ve sınırlılıkları karşıladığına deyinmemesi sadece tasarımın amacından bahsetmesi tasarımı tanıtma aşaması için yetersiz bir performans olarak değerlendirilmektedir. Bir diğer taraftan öğrenci test sonuçlarını ve prototipin nasıl gelişim göstereceği konusunda bir paylaşımda

bulunmamıştır. Ö3 kodlu öğrenci ise çok heyecanlandığı için kendisini çok kötü hissetmiş ve sunuma dahil olmamıştır. İkinci kılavuzlar incelendiğinde, öğrenciler bir araya gelerek bir sunum hazırlamışlar ve görev dağılımı yapmışlardır. Öğrenciler ikinci kılavuzda test sonuçlarını doğru bir şekilde vermişler ve prototipin nasıl bir gelişim gösterebileceğini paylaşmışlardır. Diğer taraftan prototipin kriter ve sınırlılıkları ne ölçüde karşıladığı konusunda da bilgi vermeye çalışmışlardır. Tüm öğrencilerin, mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerinde olan ürünü tanıtma aşamasında gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecindeki istasyonlarda kullandıkları ve gelişim gösterdikleri beceriler, öğrenci bazlı olarak Tablo da sunulmuştur.

Tablo 4.19. İstasyonlarda Kullanılan ve Öğrenci Bazlı Gelişim Gösteren Beceriler

		Öğrenciler		
İstasyon	**Beceriler**	**Ö1**	**Ö2**	**Ö3**
1.İstasyon	Problemi analiz etme *	√	√	√
	Kriter ve sınırlılıkları belirleme	√	√	√
	Araştırma yapma		√	√
2.İstasyon	Çözüm önerisi üretme	√	√	√
	Kriterlere uygun olan Çözüm önerisini belirleme	√	√	√
	Takım çalışması yapma *		√	√
	Müzakere etme *	√	√	√
3. İstasyon	Çizim yapma	√	√	√
	Veri toplama *	√	√	√
	Araştırma verilerini kaydetme *	√	√	√
	Planlama yapma	√		√
	Prototip oluşturma	√	√	√
	Ölçüm yapma *	√	√	√
	Psikomotor beceriler	√	√	√
	Tasarımı yürütme	√	√	√
	Takım çalışması yapma	√	√	√
	Hipotez kurma *		√	√
	Değişken belirleme *		√	√
	Deney tasarlama *	√	√	√
	Gözlem yapma *	√	√	√
	Verileri kaydetme *	√	√	√
	Grafik çizme ve tablo oluşturma*		√	√
	Tasarımı ve hipotezleri test etme *		√	√
	Değerlendirme *	√	√	√
	Sonuca varma *	√	√	√
4.İstasyon	Sunum hazırlama ve sunma		√	√
	Takım çalışması yapma	√	√	√
	İfade etme			√

(*) işareti ile belirtilen becerilerin gelişimi nicel veriler ile desteklenmiştir.

4.4. Araştırmanın Dörtüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın son alt problemi olan dördüncü alt problemde "Öğrencilerin Tasarım Temelli Fen Eğitimi uygulamaları ile ilgili sürece yönelik görüşleri nelerdir?" sorusuna yanıt aramak için içerik analizi yapılmıştır. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplar ve günlüklerine yansıttıkları ifadeler doğrultusunda yapılan veri analizinde, uygulama süreci, kazanılan beceriler, bilimsel süreç becerileri, yaşanan zorluklar, duyuşsal değişimler ve başvurulan kaynaklar olmak üzere altı adet ana tema belirlenmiştir. Her bir tema ayrı ayrı incelenecektir. Temalara ait kodlar ve katılımcılar Tablo 4. 19'da verilmiştir.

Tablo 4.20. Temalar, Kodlar ve Katılımcılar

Temalar ve Kodlar	Katılımcılar		
	Ö1	Ö2	Ö3
UYGULAMA SÜRECİ			
Aktif katılım	*	*	*
Mühendis çalışma sürecini öğrenme		*	*
Planlı çalışma ve düzenli çalışma			*
Ekip ruhu	*	*	*
Hayal gücünü kullanma	*	*	
Bilimsel çalışma deneyimi yaşatma	*		
İmkanları doğru değerlendirmeyi öğrenme	*		*
Yeni nesil soruları çözmeye etki	*	*	*
Kalıcı öğrenme	*	*	*
Tecrübe (deneyim) kazanma	*	*	*
Doğayı Lab Gibi Kullanma		*	*
Verimli çalışma			*
Grup çalışması etkisi	*	*	*
Öz yeterlilik	*	*	*
Mühendislik bilgisi	*	*	*
KAZANILAN BECERİLER			
El becerisinin gelişmesi	*	*	*
Problem çözme becerisi		*	*
Karar verme becerisi	*		
Tasarım becerisi (ürün ortaya koyma becerisi)	*		
Sunum becerisi	*	*	*
Bilimsel süreç becerisi	*	*	*
YAŞANILAN PROBLEMLER			
Öğrenme Ortamı	*	*	*
Tecrübesizlik	*	*	*
Grup çalışmasında oluşan fikir ayrılıkları	*	*	*
Covid etkisi	*	*	*
DUYGU VE DÜŞÜNCELER (DUYUŞSAL DEĞİŞİMLER)			
Eğlenceli	*	*	
Akıcı		*	
Keyifli	*		
Mutluluk verici	*	*	*
Başarı hissi	*	*	*
Duyuşsal gelişim	*	*	*
Duygusal olumsuzluklar		*	*
Duygusal etki	*	*	*
BAŞVURULAN KAYNAKLAR			
İnternet	*	*	*
Öğretmen desteği	*		*
Dergi ve Kitaplar (Basılı yayın)	*	*	
Bilir kişi	*	*	*
Akran Desteği		*	*
Deneme yanılma yolu			*

Uygulama Süreci

Temalardan biri de uygulama sürecidir. Öğrenciler uygulama sürecinin etkilerine yönelik görüşlerde bulunmuşlardır. Öğrenciler sürecin, aktif katılım, planlı ve düzenli çalışma, ekip ruhu oluşturma, hayal gücünü kullanma, günlük hayatta planlı olmayı destekleme, bilimsel çalışma deneyimi yaşatma, imkanları doğru değerlendirmeyi öğrenme, yeni nesil soruları çözmeye etkileme, konuyu eğlenceli hale getirme, konuyu anlama kolaylığı sağlama, kalıcı öğrenmeyi destekleme, tecrübe (deneyim) kazanma, aktif öğrenme, doğayı laboratuvar gibi kullanmayı öğrenme, verimli çalışmayı sağlama, grup çalışmasını destekleme, öz yeterliliği etkileme ve mühendislik bilgisine katkı sağlamaya yönelik etkileri olduğunu belirtmişledir. Öğrenciler uygulama sürecinin aktif katılıma imkân verdiğini ve bu sayede başarı artışı yaşadıklarını rapor etmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "...bu derste kendi kendimize araştırma yaparak aktif bir şekilde derse katıldık. Yapılacak olan tüm etkinlikler ders esnasında yapmamız derste olan başarımızı arttırdı. Bugün tabloya yazdığım soruları araştırdım." (SÖG)

Ö1: "İlk aşama problemin belirlenmesi, sorunun araştırılmasıydı. Problemimizi belirledik çalışmalar yapıp çözümleri tartıştık, deneyler yaptık, gözlem yaptık, çeşitli araştırmalar yaptık, hipotezimizi kurup değişkenleri belirledik, bilirkişilerden, internetten, kitaplardan yardım aldık bir diğer aşamada ise; çözüm önerilerinin üretmeye başladık. Çözüm önerisi üretmede, herkes kendi fikrini beyan etti ortak olarak karar verdik, bol bol araştırma yaptık, kriterimizi belirledik kriterimize uygun olarak çözüm önerileriniz sınıfladık en uygun olan çözüm önerisini kabul ettik ve işlemeye başladık sonra o aşamada ürünümüzü tasarlayıp sunma aşamasıydı önümüzün son bir kez gözden geçirdik ve hazır hale getirdik sonunda tasarımımızı özgün bir şekilde ifade ettik ürünümüz artık tasarlandıktan çıkıp hayata geçmeye başladı ürünümüzü sınıfta sunduk sonra bir de isim koyduk ismi gülümseten enerjiydi ismin tasarıma yakıştığını düşünüyorum güzel beğeniler aldık. Anlattığım her şeyde biz kendimiz yapmaya çalıştık." (Görüşme)

Ö2: "Tasarım süreci boyunca biz sürecin içinde aktif olarak hep vardık öğretmenimiz bize yol gösterdi. En başta problem belirleyerek işe koyulduk. Etrafımıza, çevremize bakarak problemi belirledik. Çözüm yolları aradık. Araştırarak, bilirkişilere sorarak bizi en uygun olan çözüm yolu için araştırmalar yaptık. Çözüm önerisi seçeneklerini aramızda tartışarak bir çözüm önerisine vardık ve tasarım uygulamasını koyulduk ürünü tasarlamaya başladı. Ürün tasarlandıktan sonra sunduk." (Görüşme)

Ö3: " İlk önce problemimizi belirledik sonra probleme çözüm yolları aradık ve bunları yaparken bilirkişiye ve internet ağlarında araştırma yaptık. Araştırma yaparken öğretmenimiz bize bilimsel olarak nasıl araştırma yapabiliriz bir kere gösterdi. Sonra biz kendimiz yaptık. Malzemelerin maddi durumuna göz önünde bulundurarak malzemeleri belirledik ve yapma aşamasına geçip tasarımı kendimiz yaptık ama zorlandığımız yerlerde Fatma Hoca yardım etti. ". (Görüşme)

Ö3: "...sıcaklığı ölçüp tabloya kaydettik. Bu ölçme yapmada kendi başıma yaptığım bir uygulama oldu." (SÖG)

Öğrencilerden Ö3 kodlu öğrenci sürecin planlı ve düzenli çalışmaya etkisinin olduğunu vurgulamıştır. Aşağıdaki alıntı bu sonucu desteklemektedir.

Ö3: "…. Yaptığımız bu projeninin doğamıza insanoğluna çok büyük katkıları olacak. Bu proje benim daha düzenli ve planlı çalışmamı ve bunları öğrenmemi sağladı. Mesala araştırma yaparken artık aklımdan yapmıyom. Sorular yazıyom. Plan yapmayı öğrendim. Hayatımda planlı hareket etmeyi öğrendim." (SÖG)

Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin çözüm önerisi üretme, tasarımın taslak çizimini oluşturma ve tasarımın fiziksel özelliğini hayal edip yazılı olarak ifade etme aşamalarında hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö1: "…. Çözüm önerisi üretirken çözüm önerilerini hayal ettik. Hayallerimizde bulunan çöüzüm önerilerini yazdık. Benim yazdığım birinci çöüzüm önerisi baya bir hayalıydı. " (SÖG).

Ö2: "...öğretmenimiz bizden hayalimizde bulunan tasarımı yazıyla anlatmamızı istedi. Sonra hayalımızde olan tasarımın taslak çizimini yaptık. Hayal gücünü kullanmak ve bunu yazıya ya da çizeme aktarmak güzeldi." (SÖG)

Ö1:". Tasarım temelli fen eğitimi benim hayal gücümü kullanmamda etkili oldu." (Görüşme).

Ö1 kodlu öğrenci tasarım temelli fen eğitimi sürecinin bilimsel çalışma deneyimi yaşattığını vurgulamıştır. Aşağıda yer alan alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "Araştırmalarımız harika gidiyor. Projemizde kullanacağımız malzemelerimizi bulduk. Şartlarımız çok iyi olmadığından zorlandık. Kompost için 20 litrelik bidon, evsel atık, bakır tel, yapıştırıcı, kullanacağız. Eminimki hepimizin bu dersten sonra inancı ve özgüveni yerine geldi. Bir şeyleri kendi başına yapmak, bilimsel cümleler kurmaya çalışmak çok güzel. Öğretmenimiz bize bilimsel çalışma deneyimi yaşattı." (SÖG)

Ö1 ve Ö3 kodlu öğrenciler uygulama sürecinde elde bulunan imkanlari doğru bir şekilde değerlendirerek uygulama yaptıklarını vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "...Şartları göz önüne alarak elimizde olan imkanları değerlendirerek bir proje yapmaya çalışıyoruz." (SÖG).

Ö1: "İkinci etkinlikteyiz ve yine bir malzeme seçme haftasındayız. İmkanlarımızı değerlendireceğiz yine. Zaten çözüm önerisinde kriter ve sınırlılıklar arasında uygun maliyet, imkânvardı. Ona göre seçtik..." (SÖG)

Ö3: "...malzemelerin kolay ve maddi duruma uygun olması için malzeme seçerken imkanımız olan malzemeleri seçmeye çalıştık. Okulumuz yatılı olduğu için en zor yanı da imkândarlığı." (Görüşme)

Öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin yeni nesil soruların çözümünde, çözüm kolaylığı sağlama, soruları kolay anlama, kolay değişken belirleyebilme, hipotez kurma ve deney tasarlama sorularını anlama gibi etkilerinin olduğunu vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "Tasarım süreci yeni nesil soruların çözümünü geliştirdi sadece fen dersi değil tüm derslerimizi etkiledi zaten yeni nesil sorularda değişkenlerle alakalı birçok soru çıkıyor. Değişken belirlemeyi öğrendik. Sorular deney gözlem üzerine olduğu için çözümünde bu süreç bizi rahatlattı. Dersi ve soruları daha kolay anlıyoruz." (Görüşme)

Ö2: "Artık yeni nesil sorular gözleme ve deneye dayalı, bu süreç bizim dikkatimizi arttırdı. Tablo ve grafik, değişken sorularını artık daha kolay çözüyorum yorumluyorum yeni nesil soruları çözerken yorumlama yeteneğimi arttırdı". (Görüşme)

Ö3: "Bildiğimiz gibi yeni nesil sorularda fen soruları deneye ve çözüm odaklı olmaya dayanıyor. Tasarım süreci bana bu tarz soruları çözmede katkı sağladı. Yeni nesil sorularda deney üzerine değişken belirleme tarzı soruları yorumlama yeteneği kıldı." (Görüşme)

Ö2: "...Deney de hipotez için karıştırmanın etkisinin sıcaklığa olan etkisi araştırmak istedik. Bağımlı ve bağımsız değişkeni tespit edebildik. Bu durumda bağımlı değişken sıcaklık, bağımsız değişken karıştırma oldu. Değişken belirleme, deney kurma, hipotez belirleme gibi yaptığımızdan, deneye dayalı yeni nesil tıp soruları daha kolay ve hızlı yapmamızı sağladı." (SÖG)

Öğrencilerin tümü uygulama süreci boyunca aktif olduklarından ve bilgileri kendileri yapılandırdıklarından dolayı öğrenmelerinin daha kalıcı olduğunu vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö2: " Grup çalışması nedir, onu öğrendik. İletişim ve el becerilerimiz arttı aletleri kullanma becerilerimiz geliştiği mühendislerin çalışma prensibini öğrenmiş olduk, gözlem ve yorumlarımızı geliştirdi. Her şeyi neredeyse hep kendimiz yaptık. Ayrıca öğrendiklerimiz daha kalıcı oldu" (Görüşme)

Ö3: "Bir tasarıma başlarken veya bir tasarım yaparken nasıl hareket edeceğimize dair bizi bilgilendirdi. Neler yapabileceğimizi, el becerilerimizi, bilime olan ilgimizi ve özgüvenimizi artırdı. Yani bizi çok verimli kıldı ve öğrendiklerim daha çok aklımda kaldı ". (Görüşme)

Ö1: "İnternette araştırma yaparak ihtiyacımız olan tüm bilgilere ulaştık. Böyle olunca her şey daha kalıcı oluyor. Not almak kalıcı olmasını daha da yardımcı." (Görüşme)

Ö1: "...ben rüzgâr enerjisi nasıl elektrik enerjisine dönüşmesini merak ediyordum. Bunu araştırmak için kütüphanede eski bir kitap buldum ordan okudum. İnternetten baktım. Elektrik motoru kullanılması gerekiyormuş. Nasıl çalıştığını öğrendim. Not aldım defterime. Anlarken zorlandım ama anladım. Bu bilgiler daha kalıcı." (SÖG)

Öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi sürecinin; tasarım, bilimsel araştırma, sunum yapma gibi aşamalarında ve grup çalışmasında tecrübe kazandırdığını vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö2: "Artık yaptığımız tasarımı sınıf mevcudumuz az olduğu için okulun önünde arkadaşlarımıza ve öğretmenlerimize sunduk. Bu projeyi sunarken, birinci projeye göre daha az heyecanlıydım. Çünkü sunum yapma da daha tecrübeli ve bilinçliydim. Böyle çalışmalar için de olduğum için mutluyum." (SÖG)

Ö3: "Öğretmenimiz bu hafta ikinci kılavuzu dağıttı. Aynı diğer kılavuz gibi aşamalardan oluşuyordu. Aynı aşamalardan gececeğiz demek ki. Bu kılavuzda olan birinci istasyon bölümünü yaptık. Bu kılavuz birinci kılavuza göre daha kolay geldi bana. Çünkü önceden bi deneyim kazandım. Ne yapacağımı biliyorum artık. Mesela birinci kılavuzda kriterler ve sınırlılıkları, 5N 1K tablosunu doldurmada kendi başıma yapamazken bu kılavuzda yaptım. Hiç zorlanmadım..." (SÖG)

Ö3: "Sınıfta sadece biz olduğumuz için tasarımı sunarken tüm okula sunduk. Ben çok heyecanlıyım sunum konusunda ama birinci sunuma göre daha az bir heyecanım var. Konuşma yaparken kelimelerimi nasıl konuşacağımı daha iyi anladım. Bır proje nasıl sunulur bunları

öğrendim harika bir deneyimdi. Birinci kılavuzda yaptığım sunuma göre daha bilimsel daha güzel bir sunum yaptım. Çünkü artık tecrübem vardı." (SÖG)

Ö1: "...internetten kitaplardan sürekli araştırma yapıyorduk. Bu hafta tamamen araştırma yapmaya gitti zaten. Zaten neredeyse tüm aşamalarda bir araştırma yapmak var. Ben giderek araştırma yapmada tecrübe kazanıyorum." (SÖG)

Ö2: "Ders daha eğlenceli daha akıcı bir hal aldı. Araştırma yapma, tasarım yapma, soru sorma, sunum yapma çok deneyim yaşadık. Bir çocuğun çocukluğunda yaşaması gereken deneyimlerinden biri de bu kesinlikle yaşaması gerekiyor çünkü; küçükken yaptığımız bu küçük tasarımlar ile büyüdüğümüzde çok büyük tasarımların altına imza atabiliriz." (Görüşme)

Ö2: "...süreç boyunca grup çalışması yaptık. Artık grup çalışması yapmakta daha iyiyim. Güzel bie deneyim oldu. (Görüşme)

Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler uygulama sürecinde doğayı laboratuvar gibi kullandıklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö2: "...kompostun içine atıkları koyacağız. Bu atıkları yemekhaneden ve doğadan topladık. bu tasarımın çoğunu bahçemizde yaptık sonra sınıfımıza taşıdık. Biz bahçemizi doğayı bir laboratuvar gibi kullandık." (SÖG)

Ö3: "...doğayı laboratuvar gibi kullanabilmeyi öğretti." (Görüşme)

Ö3 kodlu öğrenci uygulama sürecinin, verimli bir ders çalışma ortamı sağladığını söylemiştir. Aşağıdaki alıntı bu sonucu desteklemektedir.

Ö3: "Ders çalışırken verimli bir çalışma oldu böylece, dersin daha verimli geçmesini ve daha bilgili ve çözüm odaklı olmamı sağladı..." (Görüşme)

Ö3: "Bu hafta araştırma yaptık. Araştırma yapmak çok güzel. Arkadaşlarımla beraber araştırma yapmak ve not almak dersin verimli geçmesini sağladı." (SÖG)

Öğrenciler grup çalışmasının uygulama sürecine olumlu ve olumsuz yönde etkileri olduğunu beyan etmişlerdir. İletişim becerisi artışı, empati kurma, tasarımın kapsamlı olması, sürecin hızlı olması, takım çalışması ruhu oluşması ve bağların güçlenmesi öğrenciler tarafından beyan edilen olumlu görüşlerken; bilgi kirliliği oluşması, fikir ayrılığı yaşanmasından dolayı sürecin yavaş işlemesi öğrenciler tarafından beyan edilen olumsuz görüşlerdendir. Aşağıdaki alıntılar elde edilen bu sonuçları desteklemektedir.

Ö1: "Süreç içerisinde yaptığımız grup çalışmalarında yaptığımız fikir alışverişi ve paylaşımlar ile takım çalışması ruhunu öğrendik, paylaşmayı öğrendik, iletişim becerimiz

gelişti ve bağlarımız güçlendi. Ayrıca tasarımımız daha geniş ve anlaşılır oldu birçok kişinin emeği olduğu için tasarım süreci hızlı oldu. Olumlu yönlerinin yanında olumsuz yönleri de oldu tabii ki; fikir ayrılıkları yaşamamız ve bazen yanlış bilgilerin toplanması dezavantajlarındandı. Hepimiz araştırma yapıyorduk. İnternette yazan her bilgi doğru değil ki." (Görüşme)

Ö2: "*Tasarım süreci ile beraber iletişim becerimiz arttı bu süreç ile birbirimizden daha iyi anlayabildiğimizi gördüm."* (Görüşme)

Ö3: "Tasarım sürecinde grup çalışması içinde olmamız, tasarımın hızlı bir şekilde yapılmasını, birbirimizle empati halinde olmamızı sağlarken bir diğer taraftan da ne kadar hızlı olsa da sürecin birazda olsun uzamasına sebep oldu." (Görüşme)

Ö3: "Ö1 de Ö2 de aynı yöntemden bahsettiler. Kendimi kötü hissettim yanlış yaptığım için. Ben yaptığım araştırmalarda bunu bulamadım. Ben sadece atıklar üzerinde araştırma yaptım. Ana problemimiz atıkları değerlendirerek ısı üretmek ve gübre yapmakmış. Bunu yaptığımız tartışmada anladım. Tekrardan bir araştırma yapacağım. İyi ki grup çalışması yapıyoruz. Ben bu sayede çok fazla şey öğrendim." (SÖG)

Ö3: "...grup olarak tartışmak çok güzel oluyor eksiklerimi kapatmam için." (SÖG)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinden sonra kendilerinde, bilimsel bilgiye ulaşmaya, problem çözmeye, bilime, çözüm üretmeye, gelişmiş tasarımlar yapmaya ve mühendis olmaya yönelik inançlarının oluştuğunu vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö3: "*Evet ilerleyen yıllarda daha gelişmiş tasarımlar yapacağıma inanıyorum. Tasarım temelli fen eğitimi bilim ile iç içe olacağıma yönelik inancım arttı. Daha iyi çalışmalar yapabileceğine olan inancım arttı gelecekte daha iyi tasarımlar yaparak kendimi geliştireceğimi düşünmeye başladım"* (Görüşme)

Ö2: "İlerleyen yıllar içerisinde gelişmiş tasarımlar yapabileceğimi düşünüyorum. Beni bu noktada tasarım temelli fen eğitimi iyi yönde etkiledi. Yaptığımız küçük tasarımları şimdiden yapabiliyorsak ileride daha büyük ve iyilerini daha başarılı bir şekilde yapabileceğime inancım geldi." (Görüşme)

Ö1: "Gelecekte gelişmiş tasarımlar yapabiliriz hem de bu sefer daha iyi ürünler yaparız imkanlar daha elverişli olacaktır. Gelişmiş tasarımlar yapabilme noktasında tasarım temelli fen eğitimi bir başlangıç oldu. Bir cümlenin ilk kelimesi gibi ileride daha iyi imkanlara daha gelişmiş tasarımlar yapacağıma inanıyorum. Mühendis olmak hayalimdi mühendislerin

çalışma şeklini tanımam ve bu süreci işlememiz ile mühendis olabileceğini inancım arttı." (Görüşme)

Ö1: "...bu süreci böyle yapabilmek ve geliştirmek için birşeyler düşünmek mühendis olmak konusunda inanç oluşturdu. Ne mesleği yapacağım dan kafam karışık. Bu süreç mühendis olabilirim gibi düsündürdü." (SÖG)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, mühendislerin çalışma ortamını ve çalışma şekillerini anladıklarını beyan etmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "*Mühendislerin nasıl çalıştığını gözlemliyoruz mühendislerin nasıl bir ortamda nasıl bir uyum ile çalıştığını gözlemliyoruz ve mühendisliğin tam olarak ne olduğunu anlamaya çalışıyoruz, böylelikle mühendislik ile ilgili bilgilenmiş oluyoruz."* (Görüşme)

Ö2: "Mühendislerin nasıl plan yaparak çalıştığını geçtikleri aşamalarının ne olduğunu ve nasıl gözlem yaptıklarını öğrendik bilimsel çalışmanın tek laboratuvar ortamında değil doğada da yapılabileceğini öğrendik. Mühendisler sadece laboratuvarda değil doğada da çalışırlar." (Görüşme)

Ö3: "Mühendislerin çalıştığı gibi bir ortamımız olmasa da biz de bir mühendis gibi planlı bir şekilde problemi çözme, belirleme gibi aşamalardan geçtik mühendislerin çok dikkatli ve örnek alınacak bir meslek olduğunu gördük." (Görüşme)

Kazanılan Beceriler

Tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sonunda yapılan görüşme ve her ders sonrasında öğrenciler tarafından yazılmış olan günlük analizlerinin sonucunda elde edilen ana temalardan bir tanesi kazanılan beceriler temasıdır. Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde bazı becerilerinin geliştiğini beyan etmişlerdir. Bu beceriler el becerisi, problem çözme becerisi, karar verme becerisi, tasarım becerisi (ürün ortaya koyma becerisi), sunum becerileri olarak rapor edilmiştir.

Uygulama sürecinde, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları kılavuzu dokümanında bulunan aktiviteleri, ellerinde bulunan imkanları doğrultusunda faaliyete geçirmeye çalışan öğrencilerden Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler el becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir.

Ö1 "...farklı etkinlikler yaptık. Farklı uygulamalarda bulunduk. Farklı malzemeler kullandık. Süreç içerisinde tasarım yapmak, çizim yapmak, farklı malzeme kullanımı

deneyimlemek el becerimi geliştirdi. Uygulamadan sonra fark ettiğim bir şey oldu artık çizim yaparken daha güzel sanki." (Görüşme)

Ö2: "Etkinliklerin sonunda el becerimin geliştiğini düşünüyorum. Çünkü artık çizimlerim daha güzel olmaya başladı. Bide tasarım yaparken sürekli el becerimizi kullanmak gelişim sağladı." (Görüşme)

Ö3: "Bugün derste tasarım için çizim yaptık. Yine de çok güzel olmasa da birinci çizime göre daha güzel oldu." (SÖG)

Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler bir problemle karşılaştıklarında nasıl hareket edeceklerini öğrendiklerini beyan etmişlerdir. Öğrencilerden alınan aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö2:" Bu derste ben karşılaştığım bir problem üzerine nasıl düşüneceğimi öğrenmemi sağladı. Günlük hayatımda karşılaştığım problemler için bile bu yolu denerim artık." (Görüşme)

Ö3: "...problemi çözmek için önce onu anlamak gerekmiş. Anladıktan sonra areket etmek en doğrusu. Bu derste problemi anlama ve hareket etme konusunda benim için tecrübe oldu..." (Görüşme)

Öğrenciler çözüm önerilerinin tartışılması sonucunda en iyi çözüm önerisini seçerken karar verme becerilerini kullanmışlardır. Bu durum öğrencilerde karar verme becerisini geliştirmiş olabilir. Aşağıda sunulan alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "İlk derste probmlemimizi belirledik. Problemimiz çevremizdeki atıklardan rahatsız olduk. Bu atıkları temizlemekle kalmayıp geri dönüştürmeye karar verdik. Bu derste nasıl bir yöntem kullanacağımıza karar verdik." (SÖG)

Ö1: "Çözüm önerisi seçerken, en doğru olanı seçmek çok önemli. En doğru olan öneri kriter ve sınırlılıklara en güzel cevapları veren öneri. Bu süreç içinde bunu çok kez yaptık. Artık karar verirken elimde bulunan verilere bakıyorum." (Görüşme)

Ö3: "... Bulunması kolay olmasından ve maliyeti az olmasından dolayı bir tane su bidonu kullanarak kompost haznesi yapmaya karar verdik." (SÖG)

Ö1: "…. Herkes bireysel elimizde olan kağıtlara çözüm önerilerimizi yazdık. Sonra bir araya gelerek en uygun olanı seçtik. Seçim yaparken arkadaşlarım yazmış oldukları çözüm önerilerini ellerinden geldiği şekilde önceden belirlenmiş olan kriterini dikkate alarak açıklamaya çalıştılar." (SÖG)

Ö2: "...karar verirken çok zorlanırdım. Bu süreç bir şeylere karar verirken daha kolaylaştırdı." (Görüşme)

Uygulama sürecine katılan Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler, uygulama sürecinde sunum becerilerinin geliştiğini beyan etmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö3: "Sınıfta sadece biz olduğumuz için tasarımı sunarken tüm okula sunduk. Ben çok heyecanlıyım sunum konusunda ama birinci sunuma göre daha az bir heyecanım var. Konuşma yaparken kelimelerimi nasıl konuşacağımı daha iyi anladım. Bir proje nasıl sunulur bunları öğrendim harika bir deneyimdi." (SÖG)

Ö1: "Sonunda sunum haftasına geçtik. Kendimi çok heyecanlı hissediyorum. Sunumumuzu sınıf mevcudu yeterli olmadığı için okula sunduk. Sunumuzu yaparken kelimeleri konuştuğum esnada kendimi çok mutlu hissediyordum ve kolay seçiyordum. Konuşmayı severim toplum karşısında ama ilk defa bir sunum yapmayı bu süreçte gördüm.". (SÖG).

Ö2: "...sunum yapma becerim gelişti. Bunu kelimeleri seçerken zorlanmadığımdan anladım. Sunum yapmak güzelmiş ya. Yaptığın bir şeyi tanıtmak heyecan verici ve gururlu." (Görüşme)

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin bazı aşamalarında bilimsel süreç becerilerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu süreçte öğrencilerde bilimsel süreç becerilerinin, ölçme, problem belirleme, hipotez kurma, gözlem yapma, değişkenleri belirleme, iletişim kurma, sınıflama, sıralama, verileri kaydetme, araştırma yapma, verileri yorumlama, analiz yapma, sonuç çıkarma, tablo ve grafik üzerinde gösterme (verileri kullanma ve model oluşturma) gibi bilimsel boyutlarının; öğrenme sürecinde risk alma ve öğrenmeye meraklı olma gibi duyuşsal boyutlarının kullanıldığı rapor edilmiştir. Öğrenciler süreç içerisinde ölçme becerisini, tasarım yapma ve hipotezlerini test etme aşamalarında kullandıklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: *"...ürünü tasarlama aşamasında ölçümler yaptık. Tasarımı yaptıktan sonra hipotez kurmuştuk, bu hipotez üzerinden değişkenleri belirledik onu test etmek için deneyler yaptık. Değerlendirme aşamasında, tasarım ile ilgili olan ölçümler yaptık. Kompostta sıcaklık ölçtük termometre ile ..."* (Görüşme)

Ö2: "yine sıcaklıkları ölçüp tablo olarak kayıt ettik ve havalandırdık tabloları not etmek projenin sonuçlarını daha iyi görmemizi ve yorumlamamızı sağladı..." (SÖG)

Ö3: "Kompost hazır. Kompostun sıcaklığını ölçtük termometreyle. Sıcaklığı böyle böyle iki günde bir ölçeceğiz." (SÖG)

Ö2: "Bu hafta tasarımın küçük bir şeklini yapacağız bunun için ilk olarak suntaları ölçtük ölçümü yaparken cetvel kullandık evin kapılarını pencerelerini ayarladık boyut olarak benzeyen aynı olan suntaları yan yana koyduk. Düz suntaların üzerine çizim yaptık bizim çizdiğimiz yerlerden öğretmenimiz kestirdi ilk defa gördüğüm bir yapıştırıcı ile bu kesilen suntaları birbirine uygun olacak şekilde yapıştırdık yapıştırma yaparken öğretmenimiz yardım etti evin duvarları olan suntalar 20 x 20 şeklinde idi. Pencereler 5'e 5 kare, kapı 7. 50 x 5 dikdörtgen, çatı olacak şekilde ölçmüştük evi yaptıktan sonra kalan sunta parçaları ile direkt yaptık." (SÖG)

*Ö1: "Bu hafta tasarım yapacağız. Benim en sevdiğim aşama bu. Bugün ilk olarak elimizde olan suntaları cetvel ile ölçtük. 20 *20 olacak şekilde bir kare çizdik. Bu kareden 5 tane çıkardık. Bu kareler evi yapmak içindi."* (SÖG)

Ö1: "Tasarım yaptığımız esnada ölçme işlemi yaptık. Mesela evi yaparken cetvel ile büyük suntadan 20cm kenarları olacak şekilde duvarlar yaptık. Bu karelerden de pencereler kapı ölçtük…"

Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecinde kullandıkları bir diğer bilimsel süreç becerisi problemi belirleme becerisidir. Öğrenciler bu becerinin tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecindeki ana aşamalardan biri olduğunu vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "Tasarımın ilk aşaması problemi belirlemektir. Problemi belirleme becerisi bir bilimsel süreç becerisidir zaten. Problemi belirleme aşamasında gözlem yaparak çevremizi inceledik." (Görüşme)

Ö2: "Bir problem vardı ana tasarım görevinde yazan. Biz burada yazan problemi belirledik. Mesela birinci ana tasarım görevi için problemi belirlerken, ısı ve biyolojik gübrenin nasıl üretilmesi ile ilgiliydi. İkinci ana tasarım görevinde ise elektrik enerjisin üretilmesiydi." (Görüşme)

Ö3: "Uygulamada önce öğretmenin anlattığı ana tasarım görevlerinde yazan problemi belirledik. Bu aşama ilk aşama ve problem belirme ikinci etkinlikte daha kolay yapabildim." (Görüşme)

Ö1: "İlk derste ana tasarım görevinde yazan problemi belirledik. Problemimiz çevremizde ve evimizde bulunan atıkların geri dönüşümü. Bu atıkları nasıl geri dönüştürebiliriz." (SÖG)

Ö2: "Birinci dersimizde öğretmenimiz aşamalar hakkında bilgi verdi. Problemi belirledik. Problemimiz atık maddeler den nasıl ısı ve gübre üretmek ile ilgiliydi sanım." (SÖG)

Ö3: "Uygulamanın ilk dersi. Fatma hoca bize birinci istasyon yazan yer için neler yapacağımızı anlattı. Aşamalarda rahat edelim diye kaynak verdi. O kaynakta ana tasarım görevi yazıyordu. Bu ana tasarım görevini inceledik ve problem ne onu anlamaya çalıştık." (SÖG)

Ö2: "Öğretmenimiz ikinci kılavuzu dağıttı bu derste. Ana tasarım görevini açıkladı. Problemi belirledik. Problemi belirlemek daha kolay geldi. Çünkü süreç içerisinde problemin belirlenmesi ile ilgili bir sürü araştırma yaptık." (SÖG)

Öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde kullandıkları ve süreç içerisinde gelişim gösteren bir diğer bilimsel süreç becerisinin hipotez kurma becerisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama aşamalarından biri olan çözüm önerisi üretme aşamasında çözüm üretmeyi hipotez kurma becerisi ile benzettiklerini vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö1: *"...hipotez kurmayı yapabiliyordum. Aslında bir hipotez kurmam yeterliydi ama ben iki tane hipotez kurdum. Merak ediyordum ikisini de. Bu süreç bana daha hızlı, emin ve doğru hipotez kurma ve değişken belirlemeyi öğretti."* (SÖG)

Ö2: "... Grup çalışması ile hipotez belirlemeyi öğrendim bu süreçte. Mesela birinci projede çok zorlanmıştım hipotez yazmakta." (SÖG)

Ö2: "... Problemi çözmek için aklımıza birden fazla fikir geldi. Bu fikirler hipotez kurmak gibiydi. İkisinde de fikir söylüyoruz kanıtlanmış bir şey yok. Bu fikirleri gerçekleştirmek için çeşitli araştırmalar yaptık. Deneyler yaptık." (Görüşme)

Ö3: "Çözüm önerileri üretirken hipotez kurmadaki gibi davrandık. Hipotez kurarken de bir önerme söz konusudur. Kesin bir şey yoktur ki. Mesela rüzgâr enerjisinin artması ampul parlaklığının artmasına neden olacaktır bir hipotezdir. Ben birinci kılavuz için hipotez oluşturamadım. Arkadaşım bana grup çalışmasında yardımcı oldu ve ben orada öğrendi." (Görüşme)

Ö3: "Hipotez kuramamıştım ben. Ö1 bana etütte anlattı. Örnekler verdi. Hipotez kurarken artar azalır şeklinde ifadeler kullanmamız gerekiyor. Yani değişkenler arasında ilişkilendirmemiz gerekiyor. Mesela günlük su içme miktarı artarsa tuvalete gitmemiz artar gibi." (SÖG)

Öğrencilerin süreç içerisinde kullandıkları bir diğer bilimsel süreç becerisi gözlem yapma becerisidir. Öğrenciler süreç içerisinde tasarımlarını değerlendirmek ve kurdukları hipotezleri test etmek için gözlem yapmışlardır. Ayrıca Ö3 kodlu öğrenci süreç sonunda gözlem becerisinin geliştiğini vurgulamıştır. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö3: "…Tasarımımızı yaptıktan sonra merak ettiğimiz şeyleri öğrenmek için deneyler yaptık. Deneyleri gözlemledik…" (Görüşme)

Ö1: "Bu süreç bende sürekli çevremde olan problemleri incelememde ve gözlemlememde etkisi oldu. Süreç sonunda gözlem becerim gelişti." (Görüşme)

Ö1: "Bahçemizi temizledik bu atıkları da kaba koyduk. Bu sayede okulun önü pırıl pırıl oldu." (SÖG)

Ö1: "…Bugün ikinci ölçümü yaptık. Kompostu gözlemledik. Rengi kararmaya başladı artık…" (SÖG)

Ö2: "…bidonun etrafında su damlacıkları oluşmaya başladı. Bu durum sıcaklık artışı olduğunu gösteriyor…" (SÖG)

Ö2: "Süreç sonunda yaptığımız tasarımları test etmek için denemler yaptığımız aşamada gözlemeler yaptık. Gözlem sonuçlarımızı not aldık..." (Görüşme)

Ö3: "Bu süreç bende gözlem yapma becerimi geliştirdi." (Görüşme)

Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde öğrenciler kurdukları hipotezler doğrultusunda değişkenleri belirlemişlerdir. Öğrenciler bu sürecin değişkenleri belirleme konusunda etkili bir süreç olduğunu beyan etmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö2: ".... bu sayede deneyimizdeki bağımlı ve bağımsız değişkenleri tespit edebildik Bu durumda Bağımsız değişken sıcaklık Bağımlı değişken de kompost karıştırma oldu…" (SÖG)

Ö3: "... bağımlı sıcaklığın artışı, bağımsız değişken kompostun karıştırılması. Bağımlı bağımsız değişkenleri daha iyi öğrendim. Ama ilk kılavuza yazamamıştım. Sonradan grup çalışması ile öğrendim…" (SÖG)

Ö1: "hipotez kurmayı yapabiliyordum. Aslında bir hipotez kurmam yeterliydi ama ben iki tane hipotez kurdum. Merak ediyordum ikisini de. Bu süreç bana daha hızlı, emin ve doğru hipotez kurma ve değişken belirlemeyi öğretti." (SÖG)

Ö2: "Öğretmenimiz kılavuzlarımızı karşılattırdı. Ben birinci kılavuzda değişkenleri yanlış belirlemişim. Bağımlı ve bağımsız değişkeni karıştırmışım. Ama ikinci kılavuzda doğru

yapmışım. Zaten soruları çözerken de hep aynı hatayı yapıyordum ama artık yapmıyorum." (Görüşme)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde kullandıkları bilimsel süreç becerilerinden biriside iletişim becerisidir. Öğrenciler süreç boyunca yazılı ve sözlü iletişim kanallarını kullanarak iletişim becerilerini tüm aşamalarda kullanmışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö1: ". sunum haftasına geçeceğiz bir hafta sonra, o yüzden bu haftadan konuşarak sunum da kim ne bölümden konuşacak onu belirledik." (Görüşme)

Ö1: "Bu hafta ikinci etkinlik için tasarımın genel özelliklerini dış görünüşünü kılavuzdaki bölüme yazdık. Sonra hayalimizdeki çizimi yaparak üzerinde açıklamalar yapmaya çalıştık. Sonra bir araya gelerek birbirimize anlattık ve ortak bir çizime karar verdik…" (SÖG)

Ö1: "…çözüm önerilerinin belirlenmesi noktasında yapılan grup çalışmasında en önemli şeyin etkili iletişim olduğunu saptadım." (SÖG)

Ö2: "Bu süreç benim iletişim becerimi geliştirdi. Sürekli grup çalışması yapıyorduk. Yaptığımız her şeyi tartışıyorduk. Sürekli iletişim halindeydik." (Görüşme)

Ö3: "… bu süreçte ben kendimi özgürce ifade edebildiğimi gördüm." (Görüşme)

Ö3: "tasarıma geçmeden önce tasarımı çizim üzerinde yazılarla ve konuşarak iyice bir anlayıp malzemelerimizi belirledik…" (SÖG)

Ö2: "Yaptığımız araştırmaları birbirimizle konuşarak paylaştık…" (Görüşme)

Ö2: "Tasarımı sunma ve hatta tüm aşamalarda, için iletişim becerimizi kullandık." (Görüşme)

Ö3: "Tüm aşamalarda bilimsel süreç becerilerinden olan iletişim becerisi kullanılıyordu." (Görüşme)

Öğrenciler uygulama sürecinde sınıflama becerisini aktif olarak kullanmışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "Kriterlerimizi belirlerken, kriterleri belirli özelliklere göre bir araya getirdik." (Görüşme)

Ö3: "Tasarımı yapma ve sunma aşamasında sınıflamayı kullandık. Mesela evi yaparken suntaları boyutlarına göre sınıflandırdık." (Görüşme)

Ö2: "Kompost için atıklar seçilirken, atıkların renkleri bile önemliydi. Atıkları toplamaya çıktığımızda üçümüz de farklı atıkları topladık. Hepsini ayrı ayrı poşetlere topladık. Renklerine bakarak topladık." (SÖG)

Ö1: "Bu hafta bidonu kompost haznesi olarak tasarladık. Bazı aksaklıklar oluştu atıkları toplayamadık. Daha önce yaptığımız araştırmalar hakkında konuşurken komposta kullanılan ve kullanılmayan atıkları ayırmıştık birbirinden. Hafta sonu atıklarımızı toplayacağız." (SÖG)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde araştırma ve tasarımlarını test ettikten sonra elde ettikleri verileri, tablo yaparak, grafik çizerek, kılavuza ve deftere not alarak kaydettiklerini belirtmiştir. Ayrıca öğrenciler verilerin bu şekillerde kaydedilmesinin verileri yorumlama kolaylığı sağladığını vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö1: "Elde ettiğimiz verileri, öğretmenimizin tasarım sürecinde kullandırdığı dokümanda bulunan tablo ve grafikler için olan bölüme döktük. Böylelikle daha iyi analiz ettik" (Görüşme)

Ö2: "Ben elde ettim verileri bilimsel süreç becerilerinden yararlanarak kolay net bir şekilde hazırladım. Ayrıca topladığımız sayısal verileri grafik ve tablolardan yararlanarak derledim." (Görüşme)

Ö3: "Ben elde ettiğim verilerin raporlarken grafik ve tabloları kullandım grafik ve tabloları oluştururken sayısal verilerden yararlandım. Araştırma yaptığımda ise araştırma verilerimi ya kılavuza ya da defterime not aldım." (Görüşme)

Ö1: "... Kompostu belli aralıklarla ölçüp not alacağız. Bu notları tablo ve grafiğe alacağız." (SÖG)

Ö1: "...ölçüm yapamadık. Tabloya gözlem sonuçlarımızı gördüğümüz gibi yazdık." (Görüşme)

Ö1: "Projemiz bize çok yönlü katkı sağladı tablo ve grafikleri ile verileri kaydettiğimiz için kolay yorum ve analiz yapabildik Bu bize tablo grafik sorularını kolayca çözmemizi sağladı yorumlama yeteneğimiz arttı özgüvenimiz arttı benim için müthiş bir duyguydu harika bir deneyimdi." (Görüşme)

Ö2: "Yine sıcaklık ölçüp tabloya kayıt ettik ve kompostu karıştırdık. Tablolara not etmek projenin sonuçlarını daha iyi görmemizi ve yorumlamamızı sağladı..." (SÖG)

Ö1: "Tablo ve grafikler ile verileri kaydettiğimiz için kolay yorum ve analiz yapabildik…" (SÖG)

Ö3: "Bu dersimizde ilk işimiz kompostun sıcaklığını ölçüp grafiğe ve tabloya not almaktı. Grafiğe ve tabloya not etmek sonuçları daha iyi görmemizi sağlıyor…" (Görüşme)

Ö1: "Bu derste araştırma sorusu yazdığımız tabloyu ve ondan önce olan tabloyu doldurduk. Sonrada araştırma için serbest çalıştık. Araştırma sonucunda elde ettiğim verileri defterime yazdım çünkü böyle daha rahat ediyorum." (SÖG)

Ö2: "…araştırma sonuçlarımı defterime yazdım. Sonra bir araya gelerek yazdıklarımı arkadaşlarımla paylaşacağım." (SÖG)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi süreci boyunca sürekli araştırma halinde olduklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "… Sonrada araştırma için serbest çalıştık. Araştırma sonucunda elde ettiğim verileri defterime yazdım çünkü böyle daha rahat ediyorum." (SÖG)

Ö2: "Bu hafta araştırma haftasıydı sanki. Sınıfta bir tane akıllı tahta vardı oradan hepimiz araştırma yapmaya çalıştık. Ben bu hafta biyolojik gübre ile ilgili çeşitli araştırmalar yaptım. Bunları dersin sonunda arkadaşlarımla paylaşacağım…" (SÖG)

Ö3: "Araştırma yaparken Atıklar nasıl geri dönüşür? Geri dönüşümde kullanılan yöntemler nelerdir? Bu yöntemleri ne zaman kullanmalıyız? Sorularını araştırdım. Geri dönüşüm yapmak ile ilgili çok fazla yöntem vardı. Ama ana tasarım görevine cevap olacak bir sonuç bulamadım. Arkadaşlarım bana göre daha fazla ve daha işe yarar bilgi toplamış." (SÖG)

Ö2: "…tasarımın çizimi ve tanıtımını yaptım. Sonra bu tasarıma benzer yapılan tasarımlar araştırma yaptık. Elde ettiğimiz verileri kayıt ettik." (SÖG)

Ö3: "İkinci kılavuzda araştırma yaparken daha rahattım araştırma sorularımı çok detaylı yazdım bu sefer. Geçen defa araştırma yapmak çok zor oldu bir şey bulamadım. Bugün elde ettiğim bilgiler beni aydınlattı." (SÖG)

Ö1: "…. Araştırma yaparken farklı siteler öğrenmek çok güzel. Araştırma yapmak ve bunları yorumlamak çok daha keyifli artık."

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde elde ettikleri verileri yorumlayarak bir sonuca varmışlardır. Bu durum öğrencilerin sonuç çıkarma becerisini kullandığını göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö3: "…kompostu karıştırmak kompostun sıcaklığını arttırdı." (Görüşme)

Ö2: "...kompostlu karıştırdığımız için sıcaklık artışı daha fazla oldu." (Görüşme)

Ö1: "yaptığım ölçümler sonucunu tabloya ve grafiğe yazdım. Deneyi yaparken, saç kurutma makinesinin gücü arttığında ampul daha güzel yandı. Rüzgârın şiddetli olması ampul parlaklığını arttırdı." (Görüşme)

Ö2: "... Ampul parlaklığı saç kurutma maikensinin gücünden etkilendi. Sonuç olarak rüzgâr enerjisi elektrik üretmede etkili" (Görüşme)

Ö1: "kompostumuz karışınca sıcaklık arttı." (SÖG)

Bilimsel süreç becerilerinin, duyuşsal becerileri içerisine aldığı bir boyutu vardır. Bu beceriler; öğrenme sürecinde risk alma yani tartışma ortamında rol alma ve öğrenmeye meraklı oluş yani daha fazla öğrenmek için çaba sarf etmeye yönelik becerilerdir. Yapılan analizlerde öğrencilerin, bilimsel süreç becerilerinin bir boyutu olan duyuşsal süreç becerilerini de kullandıkları görülmektedir. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö2: "…. *ben evsel atık olarak sebze meyve atıklarını düşünüyordum. Belgesel de kompostu görmüştüm. Orada sadece meyve ve sebze kabukları kullanmışlardır. Evsel atıklar aslında daha fazlaymış ama her evsel atık kompostta kullanılmazmış. Ben yanlış biliyormuşum. Araştırdıkça öğreniyorum. Araştırmaya devam etmeliyim. Bu ders çok eğlenceli geçti. Bu konuları çok seviyorum."* (Görüşme)

Ö2: "…*Araştırma yapmak hiç bu kadar güzel olmamıştı. Araştırma yapmaya isteğim arttı."* (SÖG)

Ö3: "Ö1 de Ö2 de aynı yöntemden bahsettiler. Kendimi kötü hissettim yanlış yaptığım için. Ben yaptığım araştırmalarda bunu bulamadım. Ben sadece atıklar üzerinde araştırma yaptım. Ana problemimiz atıkları değerlendirerek ısı üretmek ve gübre yapmakmış. Bunu yaptığımız tartışmada anladım. Tekrardan bir araştırma yapacağım." (Görüşme)

Ö1: "Ben bu süreçte araştırmaya karşı isteklilik kazandım Ben hep severdim araştırıp incelemeyi ama bu süreç bende nasıl araştırma yapmam konusunda yardımcı oldu ve bu çok güzel." (Görüşme)

Ö1: "Bu hafta tasarımımız için çizimler yaptık. Herkes kendi çizimini yaptı. Sonra bir araya gelerek çizimlerimizi anlattık ve savunduk. En güzel ve açıklayıcı olan çizimi seçtik." (SÖG)

Ö3: "Çözüm önerisi bulmada ikinci etkinliği yaptık bugün önce yaptığımız gibi yaptık. Kendimiz ilk kılavuzlara önerilerimizi yazdık sonra bir araya gelerek tartışarak en uygun olanı seçtik." (SÖG)

Ö2: "...daha sonra sınıfta tartışarak en uygun çözüm önerisini bulmaya çalıştık." (SÖG)

Yaşanan Problemler

Ana temalardan bir diğeri zorluklar -sorunlar- problemler temasıdır. Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, öğrenme ortamından, tecrübesizlikten, grup çalışmasından ve tasarım temelli fen eğitimi aşamalarından kaynaklı zorluklar yaşamışlardır. Öğrencilerin tümü öğrenme ortamında malzeme bulamama, okulun yatılı olması ve okulun ilçeye uzak olmasından kaynaklı zorluklar yaşayabileceklerini ve yaşadıklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "…Malzemeleri ayarlama konusunda biraz zorlanacağımızı düşünüyorum. Yurtta kalmak çok güzel olsa da bu konuda bizi baya zorlayacak gibi. Ama başaracağımızdan eminim." (SÖG)

Ö3: "...Bu ders benim için farkındalığımın arttığını, zorlanacağımızı düşündüm. Çünkü malzeme bulmak okulun yeri, mekanından dolayı sıkıntı. Yurtta kalıyoruz bi de nasıl olacak biraz düşündürüyor." (SÖG)

Ö2: "...Aslında problem belirleme işi çok zor olmadı. Çünkü okulumuzun etrafında bir sürü atık var malzemeleri bulmada biraz zorlanabiliriz. Çünkü yatılı okulda kalıyoruz…" (SÖG)

Ö1: "Tasarımı yapmaya başladık. Bu haftamız çok yoğun geçti. Zamanımız yetmediği için boş dersler ve vakitlerde de çalışmalar yaptık. Malzemeleri alırken yatılı okulda olduğumuz için çok zorlandık. Öğretmenimizden yardım altık ve malzemelerimizi öğretmenimiz getirdi." (SÖG)

Ö2: "Biz yatılı okulda kaldığımız için ilçeye ulaşım çok zor. Okul birde ilçeye uzak. Malzeme alma konusunda zorlandık. Malzemeleri öğretmenimiz aldı. Biz tasarıma başladık bu hafta…" (SÖG)

Ö3: "Yurtta kaldığımız için malzemeleri hocamız temin etti. Çünkü ulaşım çok zor. Biz bu hafta tasarım başlayacağız. Kompost haznesi yapımı için. Okulun yatılı olması bizi malzeme konusunda zorladı." (SÖG)

Ö1: "Araştırmalarımız harika gidiyor. Projede kullanacağımız malzemeleri belirledik. Yurt ortamı olduğu için ve ilçeye uzak olduğundan dolayı gidip malzeme alamıyoruz. Çıkmak yasak. Şartlamız çok iyi olmadığından zorlandık…" (SÖG)

Ö1: "Ortamınız bir laboratuvar ortamı değildi. Tasarımı sınıfımızda ve bahçede tasarladık bu durum biraz bizi yordu ve zaman kaybına yol açtı. Buna rağmen düzenli tertipli bir ortam yapmaya çalıştık. Bu süreçte tasarım yaparken malzemeden yoksunduk, çünkü şehir merkezine yakın değildik." (Görüşme)

Ö2: "Ortamımız yatılı okul olduğu için fazla imkânyoktu, *araştırma imkanını da buna dahil. Kütüphanede çalışma yaptığımız alan ile ilgili kitap bulamadık fazla malzeme bulma fırsatımız olmadı."* (Görüşme)

Ö3: "Malzeme bulmak konusunda sıkıntılar yaşadık…" (Görüşme)

Ö3: "…Geçen hafta öğretmenimiz malzemeleri bugüne kadar bulmamızı istedi. Yatılı okulda kalmak bu yüzden bizi baya yordu." (Görüşme)

Ö1: "En çok zorlandığım yer tasarlama ve hayata geçirme aşamasıydı; çünkü bulunduğumuz ortamda malzeme sıkıntısı çektik malzemeleri bulma konusunda zorluk yaşadık bunun nedeni galiba bulunduğumuz ortamın şartları olabilir." (Görüşme)

Ö2: "En çok zorlandığım aşama tasarımı yapma aşamasıydı. Çünkü malzeme bulma sıkıntısı yaşadım okulumu yatılı ve ilçe dışında bir okul olduğu için yakınlarda market, bakkal yoktu." (Görüşme)

Ö3: "… Problemi belirleyip tasarımı yaparken ise zorlandım. Malzemelerin temini çok zor oldu. Okul çarşıya uzak." (Görüşme)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, tasarım temelli fen eğitimi aşamalarını işleme ve süreç içerisinde bazı malzemeleri kullanma konusunda tecrübesiz olmalarından kaynaklı zorluklar yaşadıklarını beyan etmişlerdir. Öğrenciler süreç içerisinde tecrübesizlikten kaynaklı olarak en çok zorlandıkları aşamaları problem belirleme, çözüm önerisi üretme ve tasarım yapma olarak belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö3: "… Bu proje benim için biraz zor oldu. Çünkü malzeme bulmada, ilk defa böyle aşamaları izleyerek bir proje yapmada bulunuyorum. " (SÖG)

Ö2: "Bu hafta, kompostu koyacağımız bidonu yaptık. Bıdona delikler açmak için ilk matkap kullanmayı denedik. Ama ilk defa böyle bir alet kullanmak zorlayıcı oldu. Birazda bidon

yumuşak olduğu için bidonu bozdu sanki. O yüzden delik açmak için bir çiviyi ısıtıp delikleri öyle yaptık." (Görüşme)

Ö3: "Bidonda kompostun hava alıp bakterilerin çürütebilmesi ve ısı üretilebilmesi için delikler açmamız gerekiyordu. Bunu açmak için videonun birinde matkap kullanmışlardı. Bizde kullanmak istedik. Ama ilk defa böyle bir malzeme kullanmak beni zorladı." (SÖG)

Ö2: "Bu hafta sunum haftası. Projeyi sunacağız. İstediğimiz gibi oldu sayılır. Ben buprojeyi yaparken kılavuzu doldurken araştırma yaparken çok zorlandım başlarda. İlk defa böyle bir sürece girdim. Daha önce bu kadar aşama aşama planlı çalışmamıştım." (SÖG)

Ö1: "Bu hafta tasarımı gerçeleştirme aşamasındayız. Kompost haznesi yapmaya karar vermiştik. Bugün kompostu koyacağımız 20 litrelik bir bidona küçük küçük delikler açtık. Bu delikleri normade matkapla açacaktık. Ama matkabı kullanmakta çok zorlandık. Çünkü ilk defa kullanacaktık. Bizde bir tane çivi bulduk ve çivinin ucunu ısıtarak bidonu deldik…" (SÖG)

Ö2: "… ben kriter ve sınırlılığın nasıl belirleneceğini anlayamadım. Kriter ve sınırlılık ayırt etmekte zorlandım. İlk defa kriter ve sınırlılık kavramı ile karşılaşıyordum. İlk yaptığım bir şey bu..." (SÖG)

Ö3: "En çok zorluk çektiğim iki aşama oldu. Bunlardan biri problem belirleme diğeri ise tasarımı yapma uygulamaya geçirme aşamasıydı problemin belirleme aşamasında problemin nedeni, niçin bu problemi hissettiğim hakkında yorum yapma konusunda oldukça zorlandım. İlk defa problem belirliyordum." (Görüşme)

Ö2: "Uygulama yaparken tasarım yaparken, yeni malzemeler kullanmak bundan dolayı deneyim olamaması zorluklar arasındaydı benim için. Bi de tabi bu süreci ilk defa yapmak baya baya zor oldu …" (Görüşme)

Ö3: "Zorluklardan biride deneyimsiz olmam. Daha önce tasarım temelli fen eğitimi yapmamam." (Görüşme)

Öğrencilerin süreç içerisinde yaşamış olduğu sorunlardan bir diğeri grup çalışması esnasında yaşanan fikir ayrılıklarıdır. Öğrenciler yaşanan bu fikir ayrılıklarının sürecin uzamasına, bazı aşamalarda ortak karar vermede zorluk yaşanmasına ve grup bireyleri arasında iletişimin kopmasına sebep olduğunu vurgulamışlardır. Bu sonuçları aşağıdaki alıntılar desteklemektedir.

Ö1: "Ayrıca pandemi de grubumuz tam olamıyordu. Bazen öğretmenimiz gelemiyor, ürünleri temin edemiyoruz, yasaklar oluyor, çalışma grubunda ne kadar uyumlu olsak da dönem dönem fikir ayrılıkları oluyordu". (Görüşme)

Ö2: "... grup çalışmasının yapılması çok faydalı ama grup ile ilgili fikir ayrılıkları yaşıyorduk. Bu fikir ayrılıkları bizim aramızda iletişimsizliğe sebep oluyordu ama yine de kanıtlanabilir yollarla düzeltmeye çalıştık ". (Görüşme)

Ö3: "Grup çalışması yaparken bazen anlaşmazlıklar oluyordu. Kusme gibi oldu bir kere. Arkadaşımın biri birinci tasarımı yaparken grup çalışmasına katılmadı mesela. Bu böyle olunca tasarımın yapılmasının süresini uzattı. Tasarım o derste bitmediği için biz bunu o hafta içinde bitirmek için hafta sonu tamamladık. Şansımıza o hafta sonu Fatma Hoca nöbetçiydi. Zorunlu izin yoktu bize." (Görüşme)

Ö2: "1. istasyonda belirlediğimiz probleme dayalı hayal gücümüzü de kullanarak çözüm önerileri geliştirdik ve geliştirdiğimiz çözüm önerilerini tabloya yazdık hepimiz tek tek. Sonra grupla tartışarak en uygun çözüm önerisini bulmada bir araya gelmiştik. Ama anlaşmazlık oldu süreç uzadı."(SÖG)

Ö3: "Tasarım sürecinde grup çalışması içinde olmamız, tasarımın hızlı bir şekilde yapılmasını, birbirimizle empati halinde olmamızı sağlarken bir diğer taraftan da ne kadar hızlı olsa da yaşanan bazı fikir ayrılıkları oldu ve sürecin birazda olsun uzamasına sebep oldu." (Görüşme)

Ö2: "Çözüm önerilerini tabloya yazdık daha sonra sınıfa tartışarak en uygun çözüm önerisini bulmaya çalıştık Tabii bu süreçte fikir ayrılıkları yaşadık ve orta yolu bulmakta zorlandık bu durum çözüm önerisine karar vermemizi geciktirdi Bundan dolayı grup içindeki anlaşmazlıklar ve uyumsuzluklar çok önemli olduğu için biraz zorlansak da tartışarak orta yolu bulduk" (SÖG)

Ö1: "...çözüm önerisi üretime de herkes kendi fikrini ortaya attı. Bizim de aramızda bazı fikir ayrılıkları oldu bu fikir ayrılıkları karar vermemizi güçleştirse de en uygun olanı seçmeye çalıştık bu süreç bizi zorladı fakat en sonunda bir sonuca vardık Bu süreçten önemli şeyin etkili iletişim olduğunu saptaladım fikir ayrılıkları yeri geldiğinde etkili iletişimimizi de olumsuz etkiledi yani "(SÖG)

Uygulamaya katılan öğrenciler, uygulama sürecinde yaşanan sorunlardan birisinin de COVİD virüsü salgının olduğunu belirtmişlerdir. COVİD 19 virüsünden dolayı grup çalışması yaparken daha temkinli hareket etmeleri gerektiklerini belirtmişler ve sürekli maske ile çalışmanın baş ağrısına sebep olduğunu bununda verimi düşürdüğünü vurgulamışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir. (Görüşme)

Ö1: "Ayrıca pandemi de grubumuz tam olamıyordu. Bazen öğretmenimiz gelemiyor, ürünleri temin edemiyoruz, heleki sürekli maske ile oturmak baş ağrısı yapıyordu."

Ö2: "Öğretmenimiz bugün derse gelemedi. Bilim uygulamaları dersiydi bugünkü dersimiz. Bu dersi artık biz telafi ederiz. Öğretmenimizin derse gelememe sebebi COVID testi vermesiydi. İnşallah pozitif olmaz. Bu sürecimizi inşallah uzatmaz." (SÖG)

Ö3: "Bugün benim biraz boğazım ağrıyordu biraz da ateşim var gibiydi. Grup çalışması yaparken arkadaşlarımın yanına pek yaklaşamadım kovid olabilirim korkusuyla. Uzaktan dahil olmaya çalıştım herşeye o yüzden çok verimli olmadı süreç." (SÖG)

Ö3: "COVID olma korkusu ve bulaşır korkusu sorun oldu. Mesela biz grup çalışması yaparken ben bir gün hasta olmuştum. Biraz boğazım ağrıyordu biraz da ateşim var gibiydi. Arkadaşlarıma da bulaşır korkusu ve COVİD olabilirim korkusu grup çalışmamızı olumsuz etkilemişti." (Görüşme)

Ö2: "Süreç içerisinde yaşadığım zorluklardan problemlerden birisi de COVID olma korkusuydu. Hatta arkadaşım rahatsızdı bir grup çalışmasında. Grup çalışmasını sürekli yan yana olmamız sanki o hastalığın bana da bulaşacağı korkusunu oluşturdu. Bu bizim çalışmamızı çok olumsuz etkiledi bu korkudan dolayı maskemizi çıkaramıyorduk bir süre sonra da maske başımıza ağrıtıyordu." (Görüşme)

Duygu ve Düşünceler (Duyuşsal Değişimler)

Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci sonrasında görüşme sorularına ve her ders sonrasında günlüklere yansıttıkları ifadeleri analiz edildiğinde oluşturulan ana temalardan birisi duygu ve düşünceler (duyuşsal değişimler)dir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin olumlu ve olumsuz nitelikte birçok duyuşsal değişim içerisinde oldukları belirlenmiştir. Belirlenen olumlu duyuşsal değişimler, süreci eğlenceli bulma, akıcı bulma, keyifli bulma, mutluluk verici olarak bulma, başarı hissi, duygusal gelişimler ve duygusal etkidir. Olumsuz duyuşsal değişimler ise, duygusal olumsuzluklardır. Öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecini eğlenceli bulduklarını beyan etmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö1: "Seçmeli bilim dersi fen dersinden sonra biraz olsun farklı olması gerekiyordu. Bu şekilde işlememiz doğru da oldu eğlenceli, keyifli, bilgilendiriciydi bizi güzel etkiledi, derse olan isteğimiz çoğaldı, derse daha da yaklaştık ders daha da bir kolaylaştı. Aslında dersi seviyoruz bize derse daha çok sevdirdi." (Görüşme)

Ö2: "Ders daha eğlenceli daha akıcı bir hal aldı bir çocuğun çocukluğunda yaşaması gereken deneyimlerinden biri de bu kesinlikle yaşaması gerekiyor çünkü; küçükken yaptığımız bu küçük tasarımlar ile büyüdüğümüzde çok büyük tasarımların altına imza atabiliriz." (Görüşme)

Ö2: ".. Bence böyle etkinlikler fen derslerini eğlenceli hale getiriyor…" (SÖG)

Öğrencilerden bir tanesi tasarım temelli eğitimi sürecini akıcı bir süreç olarak değerlendirmiştir. Aşağıdaki alıntı bu sonucu desteklemektedir.

Ö2: "Ders daha eğlenceli daha akıcı bir hal aldı bir çocuğun çocukluğunda yaşaması gereken deneyimlerinden biri de bu kesinlikle yaşaması gerekiyor çünkü; küçükken yaptığımız bu küçük tasarımlar ile büyüdüğümüzde çok büyük tasarımların altına imza atabiliriz." (Görüşme)

Öğrencilerden Ö2 kodlu öğrenci tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecini yaşamaktan Ö1 kodlu öğrenci ise süreç içerisinde sunum yapmaktan Ö3 kodlu öğrenci ise sorumluluğu kendisine verilmesinden dolayı mutlu olduklarını beyan etmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sınucu desteklemektedir.

Ö1: "Sonunda sunum haftasına geçtik. Sunumu yaparken kelimeleri seçerken ve kendimi ifade ederken çok ama çok mutlu hissediyordum." (SÖG)

Ö2: "Dersimizde böyle doğa ile ilgili etkinlik yaptığımız için ve tasarım temelli bir süreç yaşadığım için çok mutluyum. 'Bu bizim için bir şans oldu." (SÖG)

Ö3: "Tasarım temelli fen eğitimi yapmak beni çok mutlu hissettirdi. Çünkü sorumluluğu kendim almamdan dolayı. Bir şeyler yapabildiğimi görmek çok mutlu ediyor." (Görüşme)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde başarı hissi yaşadıklarını günlüklerine yansıtmışlardır. Öğrenci günlüklerinden alınan aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö3:*'Tasarımımızı okuldaki arkadaşlarımıza sunduk. Sunumumuzu yaparken ben çok utandım. Biraz kelimelerimiz seçmekte zorlandım. Tasarımımız amacımıza ulaştı. Biz önce kompost haznesini yaptık. Yaparken çok zevk aldık. Sonra kompost haznesinin içine atıkları yerleştirdik. Ölçüm yaptık. İlk defa kendim bi ölçüm yaptım. Daha doğrusu her şeyi kendim yaptım. Başardım. Bu aşırı özgür."* (SÖG)

Ö1: '…. Ben problem cümlesi yazmayı bilmiyormuşum. Bu derste bunu anladım. Önceki kılavuzuma baktım da orada problem için yazdığım cümle resmen konu olmuş problem değilmiş o. Bu süreç bana nasıl problem cümlesi yazılır öğretmiş oldu." (SÖG)

Ö2: "İki boyutlu resmini çizdim. Şekil olarak resim yeteneğim çok olmadığı için çok çok güzel olmadı ama birinci etkinlikte yaptığım çizime göre daha ayrıntılı ve daha gerçek gibiydi. Çizim konusunda kendimi geliştirmek çok güzel." (SÖG)

Ö2: "... grup çalışması benim için çok güzel oldu. Grup çalışması ile hipotez belirlemeyi öğrendim bu süreçte. Mesela birinci projede çok zorlanmıştım hipotez yazmakta. Değişken belirlemede. Ama Ö1 bana *hipotez kurma ve değişken belirlemeyi yaptığımız projeler ile gösterdi. Kendimde örnekler verebildim sonra."* (SÖG)

Ö2: "... Rüzgâr yapmak için saç kurutma makinesini kullandık çok mutluyum yaparken çok keyif aldık. Gururlu hissediyorum başarmak çok güzel bir duygu." (SÖG)

Ö1: "...Bu proje ile TÜBİTAK katılabiliriz diye düşündük sonra kazanacağımıza inanıyorum çünkü bu proje çevre için Çok yararlı bir proje..." (SÖG)

Ö3: " bizim için ve çevre için çok etkili ve başarılı olduk kompostumuzu yaptık ve başarılı bir sonuç elde ettik istediğimiz sıcaklığa ulaştık ve bu başarma duygusu beni çok derinden etkiledi projeniz sunumu okulda arkadaşlarımıza sunduk sunumumuzu yaparken Ben çok utandım biraz kelimelerimi seçemedim Ama bu sunumu kendimi daha iyi ifade etmemi sağladı nasıl konuşacağımı nasıl kendimi ifade edeceğim Yani beni çok başarılı ve iyi bir biçimde etkiledi." (SÖG)

Uygulamaya aktif bir şekilde katılan öğrenciler, özgüven artışı, öz motivasyon artışı, çevre farkındalığı artışı, öz kontrol gelişmesi, duygu kontrolü gelişimi, fen ve mühendisliğe yönelik ilgi artışı, bilime ilgi artışı, okula ve arkadaşlarına aidiyet duygusu gelişimi gibi duyuşsal gelişimler yaşadıklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö3: "Sınıfımızın mevcudu az olduğu için tüm okula sunum yaptık. İlk yaptığım sunuma göre daha az heyecanlıydım. Konuşurken kendimi kontrol edebildim. Bu durum motivasyonumu arttırdı." (SÖG)

Ö2: ".. ana tasarım görevini daha iyi anlayıp yaptığımı fark ettim. ilk etkinlikte kriter ve sınırlılık yapmakta5N 1K sorularını yaparken zorlanırken şimdi geliştiğimi fark ettim. Sonuç hipotez yazmakta da zorlanmıyorum. Kendimi eleştirerek farkındalığım arttırdı." (SÖG)

Ö2: "...fark ettim ki benim fen ve mühendislik alanlarına ilgim arttı." (SÖG)

Ö1: "...eminimki hepimizin bu dersten sonra özgüveni yerine geldi. Çünkü kendi başımıza çalışma özgüven geliştirici." (SÖG)

Ö2: "...kendim, okulum sınıfım adına çok gururluyum. Başarma duygusu çok güzel bir şey. İlk defa yaşadığım deneyimleri yaşadım. Özgüvenim arttı. Başarmak insana iyi geliyor." (SÖG)

Ö3: "Tasarım tamam ve lamba ışık veriyor. Yaptığımız emeklere deydi. Motivasyonumuz arttı, daha da güzel çalışmalar yapmak isteriz." (SÖG)

Ö1: "Projemiz çok yönlü katkı sağladı. ...Özgüvenimiz arttı. Benim için müthiş bir duyguydu bu…" (SÖG)

Ö1: "Bu süreç ile bilime olan ilgim arttı." (Görüşme)

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinin, umutlu hissetme, özgür hissetme, gururlu hissetme, mühendis gibi hissetme, bilim insanı gibi hissetme gibi duygusal etkilerinin olduğunu beyan etmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö2: "...öğretmenimiz bize nasıl araştırma yapacağımızı öğretti araştırma yaparken kendimi bir bilim insanı gibi hissettim." (SÖG)

Ö2: "... bu etkinliği yaparken yani atıkları toplarken, rast gele değil de özellikleri dikkate alarak topladık. Böyle doğa konularını çok seviyorum. Kendimi doğada çalışan bir mühendis gibi hissettim." (SÖG)

Ö3: "... Daha doğrusu her seyi kendim yaptım. Bu aşırı özgür." (SÖG)

Ö1: "...Öğretmenimiz bize bilimsel çalışma deneyimi yaşattı. Bu müthiş bir duygu. Kendimi bir bilim insanı yerine koydum…" (SÖG)

Ö1: "Haftaya çözüm önerilerini geliştireceğiz. Bölgemizde yani okulun etrafında atıklar ile ilgili bir araştırma yapacağız. Ben bu etkinlik için kendimi umutlu hissediyorum." (SÖG)

Ö1: "...tasarıma yeni geçtik. Bazı zorluklar yaşasak ta benim umudum tam…" (SÖG)

Ö3: "Kendimi bu süreçte özgür hissettim…" (Görüşme)

Ö1: "yaptığımız bu uygulama süreci boyunca kendimi özgür, çalışkan, umutlu hissettim. Başkaaaa...araştırma yaparken bilim insanları gibi araştırma yapmak beni bilim insanı gibi hissettirdi. Bi etkinlikte okulun bahçesinde çalıştık, doğa ile içiiçe olmak rahatlatıcı…" (Görüşme)

Ö2: "Kendimi bir mühendis gibi hissediyordum çalışırken. Çünkü geçtiğimiz aşamalar mühendislerin çalışırken kullandıkları aşamalar. Bilim insanı gibi deneyler yaptık...bilim insanı gibi hissetmek çok güzelmiş. Belki bende bir bilim insanı olurum." (Görüşme)

Öğrenciler süreç içerisinde grup arkadaşı ile yaşanan tartışmalardan ve malzeme bulma sıkıntısı yaşamaktan dolayı derslerde kendilerini yetersiz ve yorgun hissetme gibi duygusal olumsuzluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu sonucu desteklemektedir.

Ö3: …. Grupta bazen anlaşmazlıklar oluyor bu durum beni çok üzüyor. Ben arkadaşlarımla daha güzel anlaşmak istiyorum. Bi de malzeme bulmak çok zor olduğu için kendimi bazen yetersiz görüyorum." (Görüşme)

Ö2: "Tasarım yaparken bu hafta kendimi yetersiz hissettim. Çünkü sürekli malzemeleri nasıl buluruz diye düşündüm durdum…" (SÖG)

Ö3: "Ö2 tasarıma katılmadı. Bu durum benim çok canımı sıktı. Biz hep beraber yapacaktık hani. Ama arkadaşım hayal kırıklığı oluşturdu. Yorulduğumu hissettim. Ama sonra geldi yanımıza." (SÖG)

Başvurulan Kaynaklar

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci boyunca öğrenciler araştırma yapmak ve karar vermek için birçok kaynaktan faydalanmışlardır. Öğrenciler bu süreçte, bilir kişilerden, dergilerden, internetten, kitaplardan, birbirlerinden ve deneme yanılma yoluyla süreçten faydalandıklarını beyan etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler ilk başvurdukları kaynakların ulaşımının kolay olmasından dolayı internet ve öğretmenleri olduğunu belirtmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu sonuçları desteklemektedir.

Ö1: "Gözlem yoluyla anlayamadığım şeyler daha bilimseldi, öğrenmek için bilirkişi dergi internetten faydalandım bu süreçte ilk başvurduğum kaynak öğretmenim oldu eğer öğretmenim yoksa internete başvurdum." (Görüşme)

Ö2: "Ben bu süreçte gözlemlerim sonucunda anlayamadıklarımı internet, kitaplar, bilirkişi aracılığı ile öğrendim ilk başvurduğum kaynak ise her an ulaşım sağlayabilmemden dolayı internet oldu." (Görüşme)

Ö3: "Ben anlayamadıklarımı anlamak için bilirkişilere sordum internetten araştırmalar yaptım. Aynı zamanda deneyerek buldum. Mesela direğin ucuna rüzgâr gülü nasıl olacak diye denedim durdum. Araştırmaları deneyerek buldum. Bu süreçte takıldığım yerlerde ilk başvurduğum kaynak bize sürekli rehberlik eden öğretmenim ve sınıfımızda bulunan akıllı tahta oldu." (Görüşme)

Ö2: "Projemiz için araştırmalar sonucu en doğru seçimin kompost olduğuna karar verdik. Araştırmaları yaparken, internet ve kitaplardan yararlandık. Öğretmenimiz bize nasıl araştırma yapacağımızı öğretti…" (SÖG)

Ö3: "Bu hafta çözüm önerileri için mini araştırmalar yaptık. Araştırmaları yaparken hem hocamızdan hem de internetten yardım aldım. Bi de arkadaşlarımla çalıştım kendim araştırma yaptığım ama onların araştırma sonuçlarına da baktım. ..." (SÖG)

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümün içeriğinde çalışmadan elde edilen bulguların yorumları, tartışmalar, sonuç ve öneriler yer almaktadır.

5.1. Tartışma ve Sonuç

5.1.1.Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma: Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde bilimsel süreç becerileri nasıldır?

Uygulamaya katılan Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarına katılmadan önce bilimsel süreç becerileri ile ilgili düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan ön testte öğrencilerin bilimsel süreç becerileri alt boyutlarının düzeyleri belirlenmiştir. Öğrencilerin son testteki her bir alt boyuttaki toplam doğru sayısı ile ön testteki toplam doğru sayıları karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar diğer veri toplama araçlarından elde edilen bulgular ile desteklenerek sunulmuştur.

Uygulamaya katılan öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci içerisinde gözlem yapma becerilerinde artış gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu sonucun elde edilmesinde tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci içerisinde tasarımın test edilmesi aşamasında gözlem becerisinin kullanılmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Bir diğer taraftan öğrencilerin ön testte gözlem becerisine ait soruların toplamında düşük puan almalarının nedeni öğrencilerin gözlemlerini, nasıl ifade edeceklerini bilmiyor olmalarından kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin son testte bu beceriye ait toplam puanlarını yükseltmiş olmaları, süreç içerisinde gözlem yapma becerisini aktif olarak kullanmalarından ve gözlemlerini nasıl ifade edeceklerini öğrenmiş olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde tasarım temelli etkinliklerde gözlem becerisinin kullanıldığı ve geliştiği sonucuna ulaşılan çalışmalar mevcuttur. Bayar (2021) tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde öğrencilerin mini araştırma ve mini tasarım görevlerini yerine getirirken, deney ve gözlem yapmalarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimini desteklediğini belirtmiştir. Bu durumda Bayar (2021)' ın çalışmasında öğrencilerin gözlem becerisini kullandıkları sonucuna ulaşılabilir. Özkul ve Özden (2020) çalışmalarında, mühendislik tasarım sürecini merkeze alarak hazırlanan STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde gelişme olduğu

ve bu becerilerinden birisinin de gözlem becerisi olduğu tespit edilmiştir. Uysal ve Cebesoy (2020) tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında kullandıkları bilimsel süreç beceri testinin alt boyutlarının ön test ve son testteki ortalamalarını değerlendirdiklerinde, gözlem yapma becerisinde ön test ortalamasının (X= 4. 40) son test ortalamasına (X=4. 08) göre yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Uysal ve Cebesoy (2020)'nın çalışması sonucunda elde edilen sonuç, bu çalışmanın sonucunda elde edilen bilimsel süreç becerisi ölçeğinin alt boyutu olan gözlem becerisinin artış gösterdiği sonucu ile benzerlik göstermemektedir.

Uygulamaya katılan öğrencilerin süreç içerisinde sınıflama yapma becerisi toplam puanlarında değişim olmadığı tespit edilmiştir. Öğrenciler ön test de son testte de sınıflama becerisi ile ilgili soruların tümünü doğru cevaplamışlardır. Öğrencilerin ön testte ve son testte tam puan almaları, testteki sınıflama becerisine ait soruların tarzına hâkim olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu araştırma sürecinde öğrenciler uygulamanın birinci kılavuzu ile ilgili tasarımı yapılandırırken çevrelerinde topladıkları atıkları renklerine göre ayrı ayrı poşetlere koymuşlardır. Uygulamanın ikinci kılavuzu ile ilgili tasarımı yapılandırırken ise aynı ebatta olan suntaları bir araya koymuşlardır. Öğrencilerin tasarımı yapılandırırken yapmış oldukları bu eylemler sınıflama becerisini kullandıkları sonucunu çıkarmaktadır. Uysal ve Cebesoy (2020) tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinde meydana getirdiği değişimi incelemeleri sonucunda, öğretmen adaylarının sınıflama becerilerinde gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Elde edilen bu sonuç, bu çalışmanın sonucuyla farklılık göstermektedir. Benzer şekilde sonuç olarak örtüşmeyen bir diğer çalışma Vurucu Şahin ve Şahin (2020)'nın çalışmasıdır. Araştırmacıların erken çocuklukta uygulanan bilim ve mühendislik uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi amaçladıkları çalışma sonucunda, uygulamaların öğrencilerin sınıflama yapma becerilerinin gelişimini desteklediği sonucuna ulaştıkları tespit edilmiştir.

TTFE uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan bilimsel süreç becerisi testi alt boyutlarından çıkarım ve tahmin yapma becerilerinde süreç içerisinde bir değişim olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin, bilimsel süreç becerisi testinde tahmin yapma ve çıkarım yapma becerileri ile ilgili soruların tamamını ön testte ve son testte doğru cevapladıkları tespit edilmiştir. Bu sonuç literatürde Uysal ve Cebesoy (2020)' nın çalışmasında elde edilen sonuç ile örtüşmemektedir. Uysal ve Cebesoy (2020) çalışmalarında, tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda uygulamadan önce ve sonra uygulanan bilimsel süreç

becerisi testi alt boyutlarının ortalamalarını hesaplamışlardır. Analiz sonucunda çıkarım yapma becerisinin uygulama sonrası ortalama puanında düşüş olduğu tespit edilmiştir. Tasarım temelli etkinlikler sonucunda tahmin yapma ve çıkarım yapma becerilerinde gelişme olduğunun belirtildiği ve bu çalışmanın bu sonucu ile örtüşmeyen bir çalışma da, Özkul ve Özden (2020)' nın çalışmasıdır. Mühendislik tasarım sürecini merkeze alarak hazırlanan STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine olan etkisini incelemeyi amaçlandığı çalışma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullandıkları ve bu beceriler arasında, tahmin etme ve çıkarımda bulunma becerilerinin de yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin TTFE uygulama süreci içerisinde deney yapma becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci aşamalarından; prototipi test etme aşamasında, deney kurma becerisini kullanmışlardır. Uygulama süreci içerisinde öğrenci kılavuzlarından elde edilen bulgular, öğrencilerin deney tasarlamada, ikinci kılavuzda birinci kılavuza göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu durum uygulama sürecinde öğrencilerin deney yapma becerilerinde olumlu yönde değişim yaşadığı sonucunu desteklemektedir. Elde edilen sonuç ilgili literatürdeki birçok çalışma sonucu ile uyuşmaktadır. Yıldırım (2019) çalışmasında fen bilgisi öğretmen adayları ile yapmış olduğu tasarım temelli STEM etkinliklerine yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini almıştır. Öğretmen adayları bu süreç içerisinde deney yapma becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Bayar (2021) çalışması sonucunda öğrencilerin mini araştırmalar ve tasarımlar yaparken deney yapma becerisini kullandıklarını ve süreç sonunda öğrencilerin deney yapma becerilerinde artış yaşadıklarını rapor etmiştir. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışma, Özkul ve Özden (2020)' nın çalışmasıdır. Özkul ve Özden (2020) yaptıkları çalışma sonucunda tasarım temelli etkinliklerin deney tasarlamaya imkân verdiğini ve böylece öğrencilerin deney tasarlama becerilerinde gelişme olduğunu belirtmişlerdir.

TTFE sürecinde Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin, hipotez kurma becerisinde olumlu yönde bir değişim tespit edilirken, Ö1 kodlu öğrencinin hipotez kurma becerisinde bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Ö1 kodlu öğrenci ön test ve son testten tam puan almıştır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımlar doğrultusunda hazırlanan fen bilimleri ders planlarında hipotez kurmaya yönelik etkinliklerin bulunması Ö1 kodlu öğrencinin hipotez kurma becerisinde ön test ve son testte tam puan almasında etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencinin ön testte tam puan almasına etkisi olduğu düşünülen bir diğer etken ise öğrencinin Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilere göre akademik başarısının yüksek olmasıdır. Bu araştırmada tasarımı test etme aşamasında öğrencilerden hipotez kurmaları istenilmiştir. Kılavuzlar incelendiğinde, Ö2 kodlu öğrenci birinci kılavuzda doğru bir hipotez kuramamazken, Ö3 kodlu

öğrenci hiç hipotez kuramamıştır. Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler ikinci kılavuzda hipotez kurabilmişlerdir. Ö1 kodlu öğrenci ise her iki kılavuzda da hipotez kurabilmiştir. Fakat ikinci kılavuzda daha gelişmiş hipotezler kurmuştur. Kılavuzlardan elde edilen bulgular kapsamında öğrencilerin hipotez kurma becerilerinde gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde, tasarım temelli etkinliklerin hipotez kurma becerisi gelişimini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılan çalışmalar mevcuttur (Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Sadler vd. 2020; Uysal ve Cebesoy, 2020). Sungur Gül ve Marulcu (2014) tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci aşamalarından, problemi belirleme, hipotez kurma, hipotezleri test etme amacı ile deney tasarlama ve sunma aşamalarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimini destekler nitelikte olduğuna deyinmişlerdir.

Uygulamaya katılan öğrencilerden Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin, tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci içerisinde verileri yorumlama becerisinde artış gösterdiği tespit edilirken, Ö1 kodlu öğrencinin değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Uygulama kapsamında öğrenciler internetten elde ettikleri bilgileri ve deney sonuçlarını yorumlamaya dair etkinliklerde bulunmuşlardır. Süreç içerisinde yapılan bu etkinliklerin öğrencilerin verileri yorumlama becerilerini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Kılavuzlardan elde edilen bulgularda da öğrencilerin verileri yorumlama becerilerinde olumlu yönde değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Kılavuzlardan elde edilen bu bulgular, uygulama süreci içerisinde öğrencilerin verileri yorumlama becerisinde olumlu yönde değişim gösterdikleri sonucunu desteklemektedir. Elde edilen bu sonuç ilgili literatürde Uysal ve Cebesoy (2020) tarafında yapılan çalışma ile örtüşmektedir. Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanan çalışmada öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerisi alt boyutlarından olan verileri yorumlama becerisinde geliştikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulamaya katılan öğrencilerin TTFE uygulama süreci içerisinde uzay zaman ilişkisi kurma becerisinde artış gösterdikleri tespit edilmiştir. Bilimsel süreç becerisi testinde yer alan uzay zaman ilişki kurma becerisi ile ilgili sorular grafikleri yorumlayabilmeye yönelik sorulardır. Uygulama süreci kapsamında öğrenciler kılavuzların ilgili bölümlerinde grafik çizmiş ve yorumlamışlardır. Kılavuzların analizi sonucunda öğrencilerin bu aşamada ki performanslarında gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin uzay zaman ilişki kurma becerisinde gelişim göstermelerinde TTFE uygulama sürecinde bireysel olarak grafik çizme ve bu grafikleri yorumlamaya çalışmalarının etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Uygulamaya katılan öğrencilerin TTFE uygulama süreci içerisinde problemi belirleme becerisinde artış gösterdikleri tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin ilk aşamasında ana tasarım görevi ile karşılaşan öğrenciler, ana tasarım görevinin içinde barındırdığı problemi anlamaya, tanımlamaya ve belirlemeye çalışırlar. Bu durumda bilimsel süreç becerilerin bir alt boyut becerisi olan problemi belirleme becerisi gelişebilir. (Bayar, 2021). Yıldırım, Atila, Özmen ve Sözbilir (2013), öğrencilere verilen bir problem durumu üzerinden yapılan uygulamalar da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişebileceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada elde edilen bu sonuç, literatürde elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Uygulamaya katılan öğrencilerin TTFE uygulama süreci içerisinde, değişken belirleme ve test etme becerisinde artış gösterdikleri tespit edilmiştir. Uygulama sürecinde, öğrenciler kurdukları hipotezler üzerinden değişkenleri belirlemeye çalışmıştır. Süreç içerisinde öğrencilerin değişken belirlemeye çalışmaları, bu becerinin gelişimini desteklemiş olabilir. Öğrencilerin kılavuzları incelendiğinde, öğrencilerin birinci kılavuzda değişkenleri hatalı ya da hiç belirleyemezken, ikinci kılavuzda daha az hata ile belirleyebildikleri tespit edilmiştir. Literatürde, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin değişken belirleme ve kontrol etme becerisinin gelişimini olumlu yönde etkilediğine yönelik sonuçların elde edildiği çalışmalardan biri Bozkurt (2014)'un çalışmasıdır. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışma, Özkul ve Özden (2020)'nın çalışmasıdır. Özkul ve Özden (2020), mühendislik tasarım süreci merkeze alınarak hazırlanan STEM etkinlikleri uygulama sürecinde öğrencilerin değişken belirleme becerisini kullandıkları sonucuna ulaşmıştır. İlgili literatürden elde edilen bu sonuçlar, araştırmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

Genel olarak TTFE uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. İlgili literatürde birçok çalışmada tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Strong, 2013; Sungur Gül ve Marulcu, 2014). Bayar (2021) altıncı sınıf öğrencileri ile yürütmüş olduğu tasarım temelli fen öğretimi uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerisine olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda yapılan uygulamalar ve analizler sonucunda, tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Strong (2013) çalışmasında, tasarım temelli fen eğitiminin ilköğretim öğrencilerinde bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini tespit etmiş ve bu yaklaşımın fen bilimleri dersinde aktif olarak kullanılmasının önemli olduğunu vurgulamıştır. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışma, Sullivan (2008)'in çalışması olup çalışma sonucunda, robotik tasarımı temelleri üzerinde durulan etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin gelişimini olumlu anlamda etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma grubu olarak

öğretmen adaylarını seçen, Bozkurt (2014) tasarım temelli fen eğitiminin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimi üzerine olan etkisini incelemiş ve yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini tespit etmiştir. Literatürden elde edilen bu sonuçlar, bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

5.1.2.Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma: Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde fen öğrenme becerileri nasıldır?

Uygulamaya katılan Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarına katılmadan önce fen öğrenme becerileri ile ilgili düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan ön testte öğrencilerin fen öğrenme becerilerinin alt boyutlarındaki ortalamaları belirlenmiştir. Uygulamanın bitiminde uygulanan son testteki beceri ortalamaları ile ön testteki beceri ortalamaları karşılaştırılarak, uygulamaya katılan öğrencilerin süreç içerisinde beceri ortalama değişimleri bulgular ile desteklenerek sunulmaya çalışılmıştır. Ölçeğin alt boyutlarındaki değişimler tek tek ele alınıp bulgular ve literatür ile desteklenmiştir.

Araştırma kapsamında Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin soru ve hipotez önerme becerisi ortalamasının tasarım temelli fen eğitimi sürecinde artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun elde edilmesinde birinci istasyonun probleme yönelik araştırmaların yapılması aşamasında, araştırma soruları hazırlanmasının ve bu araştırma sorularına yönelik araştırmaların yapılmasının etkisi olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin uygulamanın birinci kılavuzu için araştırma sorusu hazırlama ve araştırma yapmada zorlanırlarken, uygulamanın ikinci kılavuzunda rahatlıkla araştırma sorusu hazırlayıp araştırma yaptıkları tespit edilmiştir. Kılavuzlardan elde edilen bu bulgular süreç içerisinde öğrencilerin araştırma sorusu hazırlama ve araştırma yapma da yani fen öğrenme becerisi ölçeğinde yer alan soru ve hipotez önerme alt becerisinde olumlu yönde değişim gösterdikleri sonucunu desteklemektedir. Bu çalışmanın sonucu ile örtüşen Gökbayrak ve Karışan (2014)' un çalışmasında, mühendislik tasarım süreci ile yürütülen STEM etkinliklerinin, hipotez önerme ve kurma becerisinde olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin planlama becerisine ait ortalamalarının tasarım temelli fen eğitimi sürecinde artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde ana tasarım görevinin içerdiği problem belirlendikten sonra yapılan araştırmalar sonucunda bu problemin çözümü için en uygun yöntemin kullanılmasını belirlemeleri, prototipi yapılandırmaya geçmeden önce prototipi nasıl yapacaklarına dair plan yapmaları ve tasarımı test ederken kurdukları hipotezler doğrultusunda yapacakları denemeleri tasarlamaları öğrencilerin planlama becerisini süreç içerisinde aktif olarak kullandıklarını gösterir

niteliktedir. Kılavuzlarda yer alan tasarım sürecinin planlanması aşamasında öğrenciler uygulamanın birinci kılavuzunda hedeflenen düzeyin altında bir performans sergilerken ikinci kılavuzda hedeflenen düzeyde bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Kılavuzlardan elde edilen bu bulgular fen öğrenme becerisi ölçeğinde elde edilen planlama becerisinin son test ortalamasının ön test ortalamasından yüksek olması yani gelişme olduğu sonucunu destekler niteliktedir. Sungur Gül ve Marulcu (2014) yaptıkları çalışmada, mühendislik tasarım temelli etkinliklerin planlama yapma becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Özkul ve Özden (2020) mühendislik tasarım süreci aşamalarını merkeze alan STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, öğrencilerin planlama becerisi kazandıklarını ifade etmişlerdir.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin deney yapma ve veri toplama becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde kullanılan kılavuzların üçüncü istasyonundaki alt aşamalardan tasarımın test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında, öğrenciler tasarımlarını test etmek amacı ile hipotezler kurmuşlardır. Kurdukları hipotezleri bir nevi tasarımlarını test etmek için deney tasarlamışlardır. Yaptıkları denemeler sonucunda elde ettikleri verileri tablo, grafik ve not olarak kılavuzda boş bırakılan alana veya defterlerine kaydetmişlerdir. Öğrencilerin uygulamanın birinci kılavuzunda deneyleri tasarlarken zorlandıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin birinci kılavuzda zorlanmalarının sebebinin daha önce kendilerinin aktif olarak bir deney kurma ve deney verilerini toplama etkinliğinde bulunmamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gökbayrak vd. (2017) mühendislik tasarım sürecinin deney yapma, veri toplama ve yorumlama becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde, Vurucu Şahin ve Şahin (2020) tarafından yapılan çalışmada, okul öncesi öğrencileri ile yürütülen tasarım temelli etkinlikler sonucunda öğrencilerde veri toplama becerilerinde gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin birinci kılavuzda, deneyler sonucunda elde ettikleri verileri yorumlama ve bir sonuca varmada yetersiz bir performans sergilerlerken, ikinci kılavuzda deney sonucunda elde ettikleri verileri yorumlama ve bir sonuca varmada birinci kılavuza göre gelişmiş bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Bu durum tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaştırmıştır. Alanyazının incelemesinde farklı kademelerde öğrenim gören öğrenciler ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen tasarım temelli etkinliklerin veri analizi yapma, yorumlama ve sonuca varma becerisine olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna

ulaşılmıştır. Örneğin Gökbayrak vd. (2017)'nın çalışmasında mühendislik tasarım sürecinin veri analizi yapma becerisi gelişimini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen ön test ve son test ortalama değerleri incelendiğinde, öğrencilerin tümünün tasarım temelli uygulama sürecinde kendilerini ifade etme becerisinde gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun elde edilmesinde süreç boyunca öğrencilerin elde ettikleri verileri sözel ve yazılı olarak ifade etmelerinin, bu verileri grafik ve tabloya yansıtarak bir sonuca varmalarının etkisi olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde alanyazında farklı kademelerde öğrenim gören öğrenciler ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen tasarım temelli etkinliklerin ifade etme becerisine olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Bayar, 2021; Lippard, Lamm, Tank & Choi 2019).

Uygulamaya katılan öğrencilerin tümünün tasarım temelli uygulama sürecinde değerlendirme yapma becerisinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Tasarım temelli uygulama sürecinde öğrenciler tasarımı değerlendirme aşamasında ortaya konulan tasarımı, kriter ve sınırlılıklar kapsamında değerlendirerek yapılan tasarımın kriter ve sınırlılıklar ile tutarlı olup olmadığını analiz etmeye çalışırlar. Öğrencilerin değerlendirme becerisinde ki artışlarını bahsedilen aşamadaki performanslarının süreç içerisinde gelişim göstermelerinin etkilediği düşünülmektedir.

Öğrencilerden Ö1 ve Ö3 kodlu öğrencilerin tasarım temelli uygulama sürecinde etkileşimde bulunma becerileri ortalamalarında artış olurken Ö2 kodlu öğrencinin etkileşimde bulunma becerisinde bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonucun elde edilmesinde öğrencilerin uygulama öncesi ve sürecinde yatılı kalmalarından dolayı sürekli olarak bir arada olmaları ve birbirleriyle etkili iletişim halinde olmalarının etkisi olduğu düşünülmektedir. Literatürde öğrenci veya öğretmen adayları ile yürütülen tasarım temelli uygulama süreci ile ilgili çalışmalarda sürekli iletişim halinde olunduğuna yönelik sonuçların elde edildiği çalışmalar mevcuttur (Ercan, 2014; Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Uzel, 2019).

Uygulamaya katılan öğrencilerin tümünün tasarım temelli uygulama sürecinde müzakare etme becerisinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Uygulama sürecinde, çözüm önerilerinin grup halinde değerlendirilerek, problemin çözümü için en etkili, pratik ve kriterleri karşılayan çözüm önerisinin ortak bir karara vararak seçilmesi gerekmektedir. Bu aşamada öğrenciler birbirlerinin fikirlerini eleştirir ve kendi fikirlerini savunurlar. Eğer varsa kendi fikirlerinde eksik ve yanlış olan yerleri düzeltmeye çalışırlar. Öğrencilerin sergilemiş oldukları bu performanslar, müzakare becerisini kullandıklarını göstermektedir. Yapılan gözlemler sonucunda uygulama süreci boyunca öğrencilerin tümünde müzakere becerisinin gelişim

gösterdiği tespit edilmiştir. Alanyazın da direkt tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili olmasa da tasarım sürecini kullanan öğrencilerin girişimcilik kazanması için kullanılan proje tabanlı öğretimin etkilerinin incelemesi için yapılan çalışmada müzakere becerisini kullandıkları tespit edilmiştir (Tarhan ve Gülmez, 2021).

5.1.3.Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma: Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi süresinde uygulamaya mühendislik tasarım sürecini uygulama becerileri nasıldır?

Araştırmanın bu alt problemi dahilinde elde edilen sonuçlar mühendislik tasarım süreci uygulama istasyonları başlıkları altında ele alınacaktır.

1. İstasyon: Problemin Belirlenmesi ve İlgili Araştırmaların Yapılması Aşamasına İlişkin Sonuç ve Tartışma

Öğrencilerin bu aşamada, verilen ana tasarım görevini inceleyerek, problemi tespit edip tanımlanması, problem cümlesinin yazılması, kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi ve problemin araştırılması alt aşamalarını gerçekleştirme becerilerinin süreç içerisindeki değişimine yönelik sonuçları sunulmuştur.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulamasının birinci kılavuzunda öğrencilerin problemi tanımlayıp problem cümlesi olarak ifade edemediği ve ana tasarım görevine ilişkin ilgisiz nitelikte sayılabilecek problemler belirledikleri tespit edilmiştir. Ö2 kodlu öğrencinin ana tasarım görevinde yer alan problemi tam olarak anlayıp, tanımlayamadığı bunun yerine ilgisiz başka bir problem tanımlamaya ilişkin ifadeler kullandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin ikinci kılavuzlarının incelenmesi sonucunda, problemi tanımlama ve bunu problem cümlesi olarak ifade etmeye yönelik gösterdikleri performanslarında gelişme olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, problemi tespit etme ve tespit ettikleri problemi, problem cümlesi olarak ifade edebilme yeterliliklerinin ilk uygulamada hedeflenen düzeyin altında olduğu fakat uygulama süreci sonunda hedeflenen düzeyin üzerine yaklaşarak gelişme gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin birinci kılavuzda problemi tanımlamada yeterli performans gösterememelerinin sebebi okuduğunu anlama ve yorumlamada ki başarı eksikliğinden olduğu düşünülmektedir. Problem cümlesi yazma konusunda yetersiz bir performans sergilemeleri ise tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları konusunda deneyimsiz olmalarından kaynaklanabileceği gibi daha önce problem cümlesi yazmadıklarından da kaynaklanabilir. Öğrenciler, ders sonrasında tutmuş oldukları günlüklerde problem cümlesi kurma noktasında zorlandıklarını belirtmişlerdir. Zorlanma sebeplerini ise problem cümlesi kurma noktasında

tecrübesiz olmalarına bağlamışlardır. Elde edilen bulgular kapsamında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının problemi tespit etme ve problem cümlesi kurmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Problem tanımlama, mühendislik tasarım sürecinin ve bilimsel süreç becerilerinin ilk basamağını oluşturmaktadır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde problemin tanımlanması basamağında gelişim kaydedilmesi, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine dair fikir sahibi olmamızı sağlayabilir (Subaşı, 2022).

Elde edilen sonuçlar literatürde öğretim düzeyleri farklı öğrenciler ve öğretmen adayları ile yapılan tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları çalışmalarından elde edilen, problemi belirlemeye yönelik yeterliliklerinin geliştiği sonucu ile örtüşmektedir (Bayar, 2021; Bergin, Khanna ve Lynch 2007; Bozkurt, 2014; Cardella, Atman, Adams ve Turns 2006; Dym, Wood &Schunn 2002). Bayar (2021) tasarım temelli fen eğitimi öğretiminin öğrencilerin akademik başarı, mühendislik bilgisi, bilimsel süreç becerileri ve tasarım becerilerine olan etkisini incelediği çalışmasında, öğrencilerin süreç içerisinde problem cümlesini doğru bir şekilde analiz etmeye başladığını vurgulamıştır. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışma Subaşı (2022)'nın çalışmasıdır. Subaşı (2022) çalışmasında problemi tanımlama becerisinde öğrencilerin ön testte genel olarak başarılı oldukları fakat son testte ulaştıkları puanların arttığını tespit edilmiştir. Her öğrencinin verilen görevde, problemi tam olarak belirleyemesede, problemi iyi ve orta düzeyde belirleyebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Uzel (2019) çalışması sonucunda, ihtiyaçların ve problemin belirlenmesi aşamasında, öğrencilerin ilk uygulamalarda hedeflenen düzeyin biraz üzerinde olduğu fakat süreç ilerledikçe ortalamanın hedeflenen düzeyin biraz daha üzerine çıktığını belirtmiştir. İpekoğlu Yetgin (2021), 3. sınıf öğrencileri ile yürüttüğü tasarım temelli öğrenme uygulamalarında problemin belirlenmesi aşamasında, gelişme olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bozkurt Altan vd. (2016) yapmış oldukları çalışmada, öğretmen adaylarının tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarını gerçekleştirdikleri süreçte zorluk çektikleri aşamaları tespit etmek amacı ile sürecin ortasında ve sürecin sonunda öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adayları sürecin ortasında problemin belirlenmesi aşamasında zorlandıklarını ifade ederken, uygulama sonunda problemin belirlenmesi aşamasında zorlanmadıklarını beyan etmişlerdir. Elde edilen bu sonuç araştırmacılar tarafından problemin belirlenmesi aşamasında gelişme olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Bu istasyonda öğrenciler, kılavuzlarda verilen ana tasarım görevlerini inceleyip kriter ve sınırlılıklar(kısıtlamalar) oluşturmuşlardır. Bu doğrultuda birinci istasyonun alt aşamalarından kriter ve sınırlılık belirleme aşamasında, öğrencilerin kriter ve sınırlılıklar belirleyebilmelerine yönelik performansları değerlendirilmiştir.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde kullanılan birinci kılavuzlar incelendiğinde, öğrencilerin hatalı kriter ve sınırlıklar belirleyerek hedeflenen düzeyin altında bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Uygulanan ikinci kılavuz kapsamında öğrencilerin kriter ve sınırlılıkları birinci kılavuza göre daha az hata ile tanımladığı fakat tamamını doğru bir şekilde tamamlayamadığı ortalama olarak hedeflenen düzeyin biraz üzerine çıktığı tespit edilmiştir. İkinci kılavuzda Ö1 kodlu öğrencinin kriter ve sınırlıkları birbirine karıştırmadığı, belirlemiş olduğu üç kriterden ikisinin, belirlemiş olduğu üç kısıtlamanın tümünün de doğru olduğu tespit edilmiştir. Ö2 kodlu öğrencinin belirlemiş olduğu kısıtlamaların problem için uygun nitelikte olduğu fakat kriteri belirlerken birinci kılavuzda yapmış olduğu hatayı devam ettirdiği tespit edilmiştir. Örneğin Ö2 kodlu öğrenci, kriterlerde, ekonomiklik ifadesini kullanırken, sınırlılıklarda bütçe yetersizliği ifadesini kullanmıştır. Öğrencinin kullandığı iki ifade de maliyet anlamına gelmektedir ve bir sınırlılıktır. Bu durumun sebebi öğrencinin kullanmış olduğu, ekonomiklik ve bütçe yetersizliği ifadelerinin aynı anlama geldiğini düşünememesinden kaynaklanabilir. Ö3 kodlu öğrencinin belirlemiş olduğu tüm kriter ve sınırlılıkların problem için uygun nitelikte olduğu ve öğrencinin kriter ve sınırlılıkları eksiksiz tanımladığı tespit edilmiştir. Tasarım temelli fen eğitimi kapsamında öğrencilerin birinci ve ikinci kılavuzlardaki kriter ve sınırlılık belirlemeye yönelik yeterlilikleri değerlendirildiğinde, öğrencilerin kriter ve sınırlılık belirleme noktası da gelişme gösterdikleri ve bu sürecin öğrencilerde söz konusu beceriyi geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Yani TTFE kriter ve sınırlılık belirleme becerisini olumlu yönde etkilemiştir.

Literatürde, gerçekleştirilen tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının farklı düzeylerde öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmen adaylarının kriter ve sınırlılık belirlemeye dair yeterliliklerini geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Bozkurt, 2014; Dym vd. 2002; Ercan, 2014; Uzel, 2019). Bozkurt (2014) öğretmen adayları ile yapmış olduğu mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin ilk uygulamalarında öğretmen adaylarının kriter ve sınırlılıkları probleme uygun olacak bir nitelikte tanımlayamadıklarını ve kriter ve sınırlılıkları birbirlerine karıştırdıkları; son kılavuzlarda ise öğretmen adaylarının kriter ve sınırlılık belirlerken daha az hata yaptıklarını belirtmiştir. Ercan (2014), çalışması sonucunda öğrencilerin ilk etkinlikte kriter ve sınırlılık belirlerken sınıf tartışmasında kullandıkları kriter ve sınırlılıkları kullandıkları kendilerinin kriter ve sınırlılık belirleyemediklerini ama sonraki etkinliklerde kriter ve sınırlılık belirleme noktasında bireysel karar verdiklerini tespit etmiştir. Bergin vd. (2007), yapmış oldukları araştırma sonucunda, öğrencilerin bağlamda verilen mühendislik problemine uygun nitelikte kısıtlamalar belirlemede zorluk yaşadıklarını ve çok az gelişme gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Özer ve Canbazoğlu Bilici (2021) çalışmalarında,

öğrencilerin süreç ilerledikçe kriter ve sınırlılık belirleme yeterliliklerinde gelişme gösterdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Bozkurt (2014) öğretmen adaylarının kriter ve sınırlılık belirleme aşamasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşmıştır.

Birinci istasyonun son alt aşamasında, öğrenciler belirlemiş oldukları problem ile ilgili neler bildiklerini gözden geçirerek, hazırbulunuşluklarını tespit etmek ve probleme yönelik neler öğrenmek istediklerini belirlemek adına K-W-L tablosunu doldurmuşlardır. Ayrıca öğrenciler problem ile ilgili daha kolay bir araştırma süreci yürütmek için 5N 1K tablosuna akıllarında bulunan soruları not almışlardır. Öğrenciler bu iki tabloyu bir arada kullanarak araştırma süreçlerini yürütmüşlerdir. Öğrencilerin araştırmaya geçmeden önce ön bilgilerini kontrol etmeleri, problemin çözümü ile ilgili neler bilmeleri konusunda ve araştırma sorusu hazırlama noktasında yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Bu durum öğrencilerde, araştırma sürecine yönelik kaygı seviyelerini düşürerek, araştırma sürecine odaklanmalarını sağlamaktadır(Bayar, 2021). Aynı zamanda öğrencilerin kendi araştırma sürecini kendilerinin belirlemelerinin üst bilişsel düşünme becerisinin gelişimini desteklediği düşünülmektedir. Öğrenciler araştırma süreçlerini bireysel bir şekilde yürütmüşler ve sonra bir araya gelerek elde ettikleri bilgileri birbirleriyle paylaşmışlardır. Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler araştırma sürecinde probleme yönelik yeterli araştırma yapmışlar ve yapmış oldukları araştırmaların olası çözüm geliştirme aşamasında yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ö3 kodlu öğrenci ise yapmış olduğu araştırmada probleme yönelik iyi bir araştırma yapamadığı bundan dolayı elde ettiği araştırma sonuçlarının olası çözümlerin üretilmesi noktasında çok yardımcı olamadığı sonucuna ulaşılmıştır. İkinci kılavuzda öğrencilerin, problemi tüm ayrıntılarıyla araştırdığı ve elde ettikleri sonuçların doğrudan probleme yönelik olası çözümlerin geliştirilmesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin problem hakkında araştırma yapma basamağına yönelik becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin birinci kılavuzda ilk defa bireysel araştırma deneyimi yaşamaları düşük performans sergilemelerine sebep olduğu düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin araştırma deneyimi kazanmalarında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının etkisinin olduğunu göstermektedir. Literatürde tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının araştırma ve sorgulamayı olumlu yönde geliştirdiğinin ve araştırma deneyimi kazandırdığı sonucuna ulaşılan çalışmalar mevcuttur. Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx & Mamlok- Naaman (2004) mühendislik tasarım sürecinin araştırma ve sorgulama becerisini kazanmaya yönelik bir süreç olduğunu vurgulamıştır. Wendell, vd. (2010) mini araştırmalar basamağında araştırmaların yapılmasından dolayı tasarım süreci ile bilimsel araştırma -sorgulamanın iç içe olduğunu belirtmiştir.

2. İstasyon: Çözüm Önerilerinin Oluşturulması ve En Uygun Çözüm Önerisinin Seçilmesi Aşamasına İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu istasyon, olası çözümlerin geliştirilmesi ve en uygun çözüm önerisinin seçilmesi olmak üzere iki alt aşamadan oluşmaktadır. Öğrencilerin bu istasyona dair performansları değerlendirilirken bahsedilen iki aşama ayrı ayrı dikkate alınarak değerlendirilecektir.

Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öğrencilerin yapılan iki tasarım temelli uygulamada da hayallerinde bulunan çözüm önerilerini yazılı olarak ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Bunun yanında, birinci kılavuzda Ö1 kodlu öğrencinin hazırlamış olduğu çözüm önerileri problem ile ilgiyken açıklama kısmının yetersiz olduğu; Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin çözüm önerilerinin, kriterleri ve fen prensiplerini karşılamayan, problemin çözümüne yönelik öneriler olmadığı ve problemin sadece bir kısmı ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. İkinci kılavuzda Ö1 kodlu öğrencinin çözüm önerisi belirleme noktasında kendisini geliştirerek gerçekci, fen prensiplerini karşılayan ve açık bir şekilde ifade edilmiş çözüm önerileri sunduğu tespit edilirken; Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin de çözüm önerilerini mantıklı ve açıklayıcı çözüm önerileri yazarak hedeflenen düzeye yükseldikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin süreç içerisinde belirlemiş oldukları kriterleri ve araştırma sonuçlarından elde edilen fen prensiplerini dikkate alarak, gerçekçi çözüm önerileri üretebilme aşamasında olumlu anlamda bir değişim yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerden Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin birinci kılavuzda, problemin sadece bir kısmına yönelik çözüm önerileri üretmelerinin sebebi, belirlemiş oldukları problemin ana tasarım görevinin tamamına yönelik olamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin çözüm önerisi belirleme becerisinde gelişim göstermelerinde, ikinci ana tasarım görevinin barındırdığı problemin daha çok dikkat çekici olması, öğrencilerin problemi net bir şekilde tanımlayabilmeleri ve çözüm önerisi üretme aşamasına yönelik tecrübe kazanmalarının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde yapılan bu çalışmaya benzer şekilde, öğretim kademesi farklı öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerle gerçekleştirilen tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili araştırmalarda, katılımcıların olası çözüm önerileri geliştirmelerine dair yeterliliklerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin; Uzel (2019) olası çözüm önerisi üretme aşamasında öğrencilerin, gerçekci birden fazla çözüm önerisi sunamadıklarını fakat bir tane akla yatkın çözüm önerisi sunabildiklerini ve araştırma sonuçlarını kısmen çözüm önerisine transfer edebildiklerini tespit etmiştir. Araştırmacı bu durumun sebebini, çözüm önerisi üretmenin yaratıcılık ile ilişkili olduğunu ve öğrencilerin hayatları boyunca yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik etkinlikler yapmamış olabileceklerinden kaynaklandığını düşünmektedir. Benzer bir sonuç Fortus, Krajcik,

Dershimer, Marx & Mamlok-Naaman (2005), tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir. Söz konusu çalışma sonucunda, öğrencilerin araştırmalarında elde ettikleri fen prensiplerini çözüm önerilerine uygun olacak şekilde yansıtabildiklerini tespit etmişlerdir. Literatürde, öğrencilerin araştırma sonuçlarını, problemin çözümü için hayal ettikleri önerilere aktarabildiği sonucuna ulaşılan bir diğer çalışma Kolodner vd. (2003)'un çalışmasıdır. Başka bir çalışma olan, Subaşı (2022)'nın tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin tasarım becerileri üzerine olan etkisini incelediği doktora çalışmasında, öğrencilerin ön testte problem bağlamına uygun olmayan çözüm önerilerine yer verirken, son testte araştırma sonuçlarındaki bilimsel bilgileri önerilerine yansıtabildiklerini ve çözüm önerilerini kriterlerine uygun olacak şekilde ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Ercan (2014) tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, öğrencilerin olası çözüm önerilerinin araştırılması aşamasında yeterli performans sergilediklerini tespit etmiştir. Bu bağlamda, araştırma kapsamında elde edilen sonucun literatür ile uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

Olası çözüm önerilerinin üretilmesinden sonra, çözüm önerilerinden en iyi çözümün seçilmesi aşamasında, Ö1 ve Ö3 kodlu öğrencilerin, birinci kılavuzda, belirlemiş oldukları olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini yeterince analiz edip kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak bir çözüm önerisi seçemedikleri yani hedeflenen düzeyin altında bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Ö2 kodlu öğrencinin ise olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini kısmen analiz ederek, kriter ve sınırlılıkları tamamen olmasa da kısmen karşılayan bir çözüm önerisi seçtiği tespit edilmiştir. İkinci kılavuzda öğrencilerin tümünün kriter ve kısıtlamalardan daha fazlasını dikkate alarak, çözüm önerilerinin zayıf ve güçlü yönlerini birinci kılavuza göre daha dikkatli analiz edip çözüm önerisi seçimi yaptıkları tespit edilmiştir. Mühendislik tasarımı becerileri değerlendirme rubriğinden tespit edilen kriterler sonucunda elde edilen bulgular kapsamında en iyi çözüm önerisinin seçilmesi aşaması ortalamasının birinci kılavuzda hedeflenen düzeyin altında ve hedeflenen düzeyler arasında olurken ikinci kılavuzda ortalamanın hedeflenen düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecince en uygun çözümün seçilmesi aşamasına dair yeterlilik açısından gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun elde edilmesinde, çözüm önerisine karar verilirken yapılan grup çalışması esnasında daha az anlaşmazlık yaşandığı düşünülmektedir. Bayar (2021), grup çalışması yapılmasının öğrencilerin fikirlerini özgürce savunabilme, daha iyi çözüm önerisini seçme, çözüm önerilerinin güçlü ve zayıf yönlerini tartışabilme olanağı sağladığını vurgulamıştır. Literatürde farklı kademedeki öğrencilerin, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci aşamalarından en iyi çözüm önerisini seçme aşamasına yönelik yeterliliklere sahip oldukları ve yeterliliklerin süreç

içerisinde gelişme gösterdikleri sonucuna ulaşılmış birçok çalışma mevcuttur (Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; İpekoğlu Yetkin, 2021). Özer ve Canbazoğlu Bilici (2021) çalışmalarında, tasarım temelli Algoda etkinlikleri sürecinin öğrencilerin tasarım becerilerine olan etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin birinci ve ikinci etkinliklerde belirlemiş oldukları olası çözüm önerilerinin güçlü ve zayıf yönlerini yeteri kadar analiz edemezken, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini analiz edebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ercan (2014) çalışması sonucunda, öğrencilere mühendislik tasarımını merkeze alarak etkinlik yaptırılmasının, öğrencilerin olası çözüm önerileri arasından en iyisini, kullanışlısını, pratik olanı seçebilmeleri noktasında olumlu katkı sağladığını belirtmiştir. Benzer sonuçların elde edildiği çalışma grubu olarak farklılık gösteren Bozkurt (2014)'un çalışmasında öğretmen adaylarının en uygun çözüm önerisini seçme aşamasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde ulaşılabilen çalışmalar bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile örtüşürken, Özlen (2019)' un mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin, tasarım becerilerine olan etkisini incelemeyi amaçladığı çalışmasında elde etmiş olduğu çalışmasının sonuçları ile tamamen örtüşmemektedir. Özlen (2019) çalışmasında, mühendislik tasarım temelli etkinliklerin, tasarım becerilerinden en iyi çözümün seçilmesi alt becerisinde gelişiminde yeteri kadar etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

3. İstasyon: Tasarımın Yapılması Aşamasına İlişkin Tartışma ve Sonuç

Bu istasyonda öğrencilerden, belirlemiş oldukları çözüm önerisi doğrultusunda hayallerinde bulunan tasarım hakkında bilgi vermeleri, tasarımın bir taslak çizimini yapmaları, tasarıma başlamadan önce tasarımın yapımına yönelik bir planlama yapmaları, tasarımı grup olarak inşaa etmeleri, tasarımı test etmeleri, tasarımı değerlendirmeleri ve tasarımı iyileştirme yapmaları istenilmiştir. Öğrencilerin bu istasyona dair performansları değerlendirilirken söz konusu olan aşamalar ayrı ayrı dikkate alınarak değerlendirilecektir.

Tasarıma geçmeden önce tasarlanacak ürün hakkında detaylı bilginin verildiği bu aşamada, birinci kılavuzda, Ö1 ve Ö3 kodlu öğrencilerin, tasarımın dış görünüşü, kullanılacak malzemeler, tasarımın amacı, nerede ve nasıl kullanılacağı hakkında kısmen bilgi verirken Ö2 kodlu öğrencinin diğer öğrencilerden farklı olarak tasarım geliştirilirse nerelerde kullanılabileceği hakkında da bilgi verdiği tespit edilmiştir. İkinci kılavuzda ise öğrencilerin tümünün detaylı ve açıklayıcı bir şekilde bilgi verdikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç Subaşı (2021)'ın çalışmasında elde edilen sonuç ile örtüşmektedir. Subaşı (2021), çalışması sonucunda öğrencilerin tasarım esnasında kullanacakları materyalleri ve tasarımın genel

özelliklerini ayrıntılı bir şekilde ifade etmeye yönelik yeterliliklerinde gelişme gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Tasarımın bir taslak çiziminin yapıldığı bu aşamada, öğrencilerden çizim üzerinde kullanılacakları malzemeleri gösterip bu malzemelerin ne için kullanacaklarını açıklamaları ve tasarımın nasıl çalışağı hakkında açıklamalarda bulunmaları istenilmiştir. Tüm öğrenciler birinci kılavuzda tamamlanmamış çizimler üretmiş ve bu çizimlerin tasarımda kullanmayı düşündükleri materyalleri ve neden bu materyalleri seçtiklerini açıklamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin tasarımın çalışma prensibi hakkında bilgi vermedikleri yani yeterli performansı sergileyemedikleri sonucuna ulaşılmıştır. İkinci kılavuz incelendiğinde, öğrencilerinin tümünün çizimlerinin üzerinde kullanacakları materyalleri ve bu materyalleri ne için kullanacaklarını, tasarımın çalışma prensibini açıklayıcı olarak ifade etmeye çalıştıkları yani beklenilen performansi sergiledikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda uygulama süreci boyunca öğrencilerin tasarımın çözümü ile ilgili bir taslak çizimi yapmaya yönelik yeterliliklerinin olumlu yönde değişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun elde edilmesinde öğrencilerin çizim yeteneklerinin gelişmesi ve tecrübe kazanmaları etkili olabilir. Benzer şekilde literatürde, gerçekleştirilmiş olan tasarım temelli araştırmalarda da öğrenim düzeyi farklı öğretmen adayları ve öğrencilerin çalışma grubu olarak seçildiği çalışmalarda tasarımın bir taslak çiziminin yapılmasına yönelik yeterliliklerinin gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin Ercan (2014) çalışmasında, uygulamaya katılan öğrencilerin ilk etkinliklerde çizimlerini problemin çözümüne yönelik açıklayıcı bir şekilde çizemediklerini fakat süreç içerisinde tasarımın çözümüne yönelik taslak çiziminde gelişme gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarını çalışma grubu olarak seçen Bozkurt (2014) çalışmasında öğretmen adaylarının süreç içerisinde, problemin çözümüne ilişkin taslak çizimi yapma yeterliliklerinde gelişme gösterdiğini öğretmen adaylarının kılavuzlarındaki bulgular neticesinde tespit etmiştir. Subaşı (2022) öğrencilerin ön test esnasında çözüme yönelik çizimleri üzerinde herhangi bir açıklamada bulunmazken son testlerinde çizimler üzerinde açıklamada bulunduklarını tespit etmiştir. Bu durum süreç içerisinde öğrencilerin çözüm için yaptıkları taslak çizimleri ile ilgili yeterliliklerinde gelişme yaşadıklarını göstermektedir. Benzer şekilde, Özer ve Canbazoğlu Bilici (2021) çalışması sonucunda öğrencilerin tasarımlarına yönelik taslak çizim yapmada gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Taşçı (2019) tasarım uygulamaları sürecinde, öğrencilerin ön çizimlerinde, tasarımlarına yönelik detaylı çizimler yapmadıklarını, tasarlamayı planladıklarını, ürünün çalışmasına prensiplerine yönelik bilgilendirme yapmadıklarını, son yapmış oldukları

tasarımlarında ise detaylı çizimler yaparak tasarımın çalışma prensibi hakkında bilgi verdikleri sonucuna ulaşmıştır.

Tasarımı planlama aşamasında, öğrencilerinin tümünün birinci kılavuzda prototipi yaparken izleyecekleri yolu planlayarak detaylı bilgi vermek yerine tasarım temelli fen eğitimi süreci hakkında bilgi verdikleri tespit edilmiştir. İkinci kılavuzda ise prototipi yaparken yapacakları işlemler hakkında detaylı bilgi verdikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin tasarım sürecini planlama aşamasına yönelik yeterliliklerinin olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin, birinci kılavuzda yeterli performans sergileyememe sebebi olarak, öğrencilerin tasarımı planlanama aşamasında, sadece prototipi yaparken takip edecekleri yol ile genel süreci birbirlerine karıştırdıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Prototipin yapılması aşamasında, öğrencilerin karar verdikleri çözüm önerisini, yapmış oldukları taslak çizimleri ve planları doğrultusunda somut hale getirmeleri istenilir. Öğrenciler tasarımlarını yapılandırırken grup olarak çalışmışlar ve birinci kılavuzda ana tasarım görevine yönelik yapılan tasarım esnasında grup içinde anlaşmazlıklar yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu anlaşmazlığın tasarım sürecinin önceden planlanmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrenciler birinci prototipi yapılandırırken, prototipin sağlam ve estetik olmasına dikkat etmemişlerdir. Ayrıca öğrencilerden Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenci birinci tasarımı yaparken zorlandıklarını belirtmiştir. Birinci kılavuzun bu aşamasının öğrenciler için zorlayıcı geçtiği tespit edilmiştir. İkinci kılavuzun bu aşamasında yine grup halinde çalışılmış, tasarım yapılırken görev dağılımı yapıldığı ve çalışmaların plan dahilinde yürütüldüğü gözlemlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin süreç içerisinde el becerilerini kullanmaya yönelik yeterliliklerinde bir gelişme olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin Ö2 kodlu öğrenci yapıştırıcı ve makas kullanırken birinci tasarımda daha yavaş ve dikkatsizken ikinci tasarımda daha hızlı ve dikkatli olduğu tespit edilmiştir. Çorlu ve Aydın (2016), mühendislik, fen, matematik entegrasyonu yaklaşımlarının öğrencilerde psiko-motor becerilerin gelişimini desteklediğini söylemişlerdir. Bayar (2021) öğrencilerin pilot uygulama ile ilgili olan etkinliklerde öğrencilerin üç boyutlu modelleri tasarlarken zorlandıklarını zaman içinde el becerilerinin gelişmesiyle daha işlevsel ve sağlam tasarımlar yaptıklarını tespit etmiştir. Bu çalışmada prototipi yapılandırma aşamasına genel olarak bakıldığında öğrencilerin birinci kılavuz için yapmış oldukları tasarımı plansız, ezbere yaptıkları ve yapılan tasarımın daha önceden belirlenmiş olan kriterleri kısmen karşıladığı tespit edilmiştir. İkinci kılavuz için yapmış oldukları tasarımı planlı, yapılan çizimler doğrultusunda belirlenen malzemeler kapsamında yaptıkları ve tasarımın önceden belirlenen kriter ve sınırlılıkları net ve detaylı bir şekilde karşıladığı tespit edilmiştir. Yapılan bu

tespitlerle, öğrencilerin prototipin yapılandırılması aşamasına yönelik performanslarının olumlu yönde değiştiği sonucuna varılmıştır. Mühendislik tasarım süreci aşamalarından biri olan prototipi yapılandırma basamağının gelişimine ilişkin ilgili alanyazın incelendiğinde, Ercan (2014) yapmış olduğu tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sonucunda 7. sınıf öğrencilerinin prototipleri yapılandırırken gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşmıştır. Uzel (2019) çalışması sonucunda, belirledikleri problemlerin çözümlerine ilişkin seçtikleri en ideal çözüm ve çözüm için yapmış oldukları çizimlerin doğrultusunda, belirledikleri malzemeleri kullanarak prototiplerini geliştirme yeterliliğinde öğrencilerin gelişim gösterdiklerini tespit etmiştir. Benzer şekilde, Hacıoğlu (2017)'nın mühendislik tasarım sürecini merkeze alarak hazırlanılan STEM eğitimine yönelik etkinliklerin, öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme becerisine etkisini incelemeyi amaçladığı çalışmasında, öğretmen adaylarının prototipi yapılandırma basamağında, gelişim gösterdiklerini tespit ettiği gözlenmiştir.

Tasarımı test etme ve değerlendirme aşamasında, öğrenciler yaptıkları prototipi denemişler ve elde ettikleri verileri doğru bir şekilde kaydetmeye çalışmışlardır. Bu çalışmasının birinci uygulamasında öğrencilerin tümü denemeler sonucunda elde ettikleri verileri doğru ve tam bir şekilde kayıt edememişlerdir. Tasarımı değerlendirirken kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak bir değerlendirmede bulunmamışlardır. İkinci uygulamada Ö1 kodlu öğrencinin yapmış oldukları tasarımı test etme çalışmalarından sonra elde ettiği verileri doğru ve eksiksiz bir şekilde kayıt edebildiği ve tasarımı kriter ve sınırlılıkların tamamını dikkate alarak değerlendirebildiği tespit edilirken; Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin verileri doğru kaydettiği fakat tasarımı değerlendirme esnasında kriter ve sınırlılıkların birkaçını kullandığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin süreç içerisinde, tasarımı test etme ve değerlendirme aşamasına yönelik performanslarında gelişim sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bir diğer taraftan öğrenciler yapılan prototipi test edip değerlendirmesi ile eleştirel düşünme becerisinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, ilgili alanda mühendislik tasarımı temelli etkinliklerin öğrencilerin ve öğretmen adaylarının tasarımı test etme ve değerlendirmeye yönelik becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların alan yazın ile örtüştüğü görülmüştür (Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Hacıoğlu, 2017; Uzel, 2019).

Tasarımı iyileştirme ve geliştirme aşamasında, öğrenciler tasarımı test etme ve değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak, tespit ettikleri iyileştirme ve geliştirmeleri ayrıntılı bir şekilde yazarlar ve çizim üzerinde göstermeye çalışırlar. Uygulamanın birinci kılavuzunda Ö1 kodlu öğrenci tasarım için yapılabilecek iyileştirme hakkında net bir açıklama olmasa da çizim üzerinde göstermeye çalışmıştır. Ö2 kodlu öğrenci ise çizim üzerinde göstermeye çalışıp

iyileştirme hakkında kısaca bilgi vermiştir. Ö3 kodlu öğrenci tasarımın iyileştirilmesi noktasında net bir çizim yapmış ve üzerinde açıklayıcı ifadeler kullanmıştır. Öğrencilerden Ö1 ve Ö2 kodlu öğrencilerin iyileştirme yapma aşamasında açıklayıcı ifadeler kullanmamaları beklenen performansı yeteri kadar yerine getiremediklerini göstermektedir. Ö3 kodlu öğrenci ise beklenen düzeyde bir performans sergilemiştir. Uygulamanın ikinci kılavuzunda öğrenciler tasarımı iyileştirmekten ziyade geliştirmeye yönelik fikirler sunmuşlardır. Öğrenciler fikirlerini açık ve anlaşılır bir şekilde ifade ederek çizim üzerinde ürünü nasıl geliştireceklerini anlatmaya çalışmışlardır. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda öğrencilerin tasarımı iyileştirme aşamasına yönelik yeterliliklerinin gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. English, King ve Smeed (2017), 6. sınıf öğrencileri ile mühendislik tasarım sürecini kullanarak yürüttüğü çalışmasında, öğrencilerin, depreme dayanıklı evlerin tasarlanmasına ilişkin yapılandırdıkları ilk tasarımlarını iyileştirme ve gelişme aşamasında zorluk yaşadıklarını tespit etmişlerdir.

4. İstasyon: Tasarımı Sunma Aşamasına İlişkin Sonuç ve Tartışma

Tasarımı sunma aşamasında, öğrenciler yaptıkları tasarımı okul arkadaşlarına tanıtmışlardır. Uygulamanın birinci kılavuzu sonunda sunum yapılırken, heyecanlanan Ö1ve Ö2 kodlu öğrenciler sadece süreçten bahsetmiş olup tasarımı başarılı kılan özelliklerden bahsetmemişlerdir. Ö3 kodlu öğrencinin ise çok heyecanlandığı ve arkadaşlarından çekindiğinden dolayı sunum yapmadığı gözlemlenmiştir. Uygulamanın ikinci kılavuzuna yönelik sunum yapılırken öğrencilerin birbiri içinde organize olarak daha sistematik sunumlar yaptıkları tespit edilmiştir. Birinci sunumda aşırı heyecanlı ve çekingen olan Ö3 kodlu öğrencinin ikinci sunumu yaparken daha az heyecanlı olduğu gözlemlenmiştir. Tasarımı sunma aşamasına yönelik öğrencilerin performansları değerlendirildiğinde, öğrencilerin sunum becerilerinde gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca ulaşılmasında öğrencilerin sunum yapma ve kendini ifade etmeye yönelik tecrübe kazanmaları gösterilebilir. Literatürde tasarım temelli fen eğitimi sürecinde öğrencilerin/öğretmen adaylarının sunum yeteneklerinin geliştiği sonucunu gösteren birçok çalışma mevcuttur. (Ercan, 2014; Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Uzel, 2019).

Mühendislik tasarım süreci uygulama basamaklarına yönelik elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirmeye alındığında, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin öğrencilerin, mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediğitespit edilmiştir. Öğrencilerin sürece yönelik uygulama becerilerinde gelişme göstermesinin sebebi olarak bu sürecin birden fazla kez tekrarlanmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Araştırma sonucunda yapılan bu yorumu Cardella, Atman, Adams ve Turns

(2002)'nın çalışması desteklemektedir. Cardella vd. (2002) çalışmalarında tasarım sürecine yönelik deneyime sahip öğrencilerin, daha az deneyime sahip öğrencilere göre uygulama sürecini daha hatasız uygulayabildikleri sonucuna ulaşmışlardır.

5.1.4. Dördüncü Alt Problem ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma: Öğrencilerin Tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile ilgili sürece yönelik görüşleri nelerdir?

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarını, imkanları doğrultusunda bazen bireysel bazen ise grup halinde hareket ederek hayata geçirmeye çalışmışlardır. Öğrencilerin tümünün günlüklerine yansıttıkları ifadeler ve görüşmeleri sonucunda elde edilen bulgulardan öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin aktif katılıma fırsat verdiği ve kalıcı öğrenmeler oluşturduğunu beyan ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Süreç içerisinde kalıcı öğrenmelerin oluşmasında öğrencilerin süreç içerisinde kendi öğrenme sorumluluklarını almaları ve problemin çözümüne yönelik araştırmalar yapmaların etkisinin olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Bozkurt Altan vd., (2016) yapmış oldukları çalışmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamasına katılan öğretmen adaylarının sürecin en güçlü yönünün aktif katılım olduğunu belirttikleri sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca öğretmen adayları süreç içerisinde kalıcı öğrenmeler sağladıklarını vurgulamışlardır. Bozkurt Altan vd. (2016) öğretmen adaylarında kalıcı öğrenmelerin oluşma sebebinin sürecin araştırma sorgulamaya dayalı olması ile ilişkili olabileceği üzerinde durmuşlardır. Bayar (2021) yapmış olduğu çalışma sonucunda öğrencilerin öğrendikleri bilgilerin kalıcı hale geldiğini belirttikleri sonucuna ulaşmıştır. Ryan, Camp ve Crismood (2001), tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilerin fene yönelik kavramları daha kolay ve akılda kalıcı olarak öğrendiklerini tespit etmişlerdir. Yasak (2017) tarafından yapılan araştırmada, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile yapılan fen bilimleri dersi hakkında öğrencilerin, dersin eğlenceli hale geldiğine, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığına, dersin ilgi çekici hale geldiğine, bilgilerin kalıcılığının arttığına yönelik görüşler bildirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Riskowski, Todd, Wee, Dark & Harbor (2009) mühendislik tasarımı yaklaşımını merkeze alan öğretim uygulamalarının kalıcı öğrenmeleri desteklediğini ve dolaylı olarak öğrencilerin bilişsel yapılarını geliştirdiğini düşünmektedirler (Akt. Bayar, 2021). Tasarım yaklaşımları ile bilişsel yapıları güçlenen öğrencilerin bilgilerinin daha kalıcı hala geleceği düşünülmektedir (Kennedy & Odell, 2014).

Öğrencilerden Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde probleme yönelik çözüm önerisi üretme, tasarımın taslak çizimini oluşturma ve tasarımın fiziksel özelliğini hayal edip yazılı olarak ifade etme aşamalarında hayal güçlerini kullandıklarını ve hayal güçlerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki

mühendislik tasarımını merkeze alan uygulamaların hayal gücünü kullanma ve geliştirdiği yönündeki sonuçlar ile örtüşmektedir. Harman ve Yenikalaycı (2021), mühendislik tasarım sürecini merkeze alan etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşünü almayı amaçladığı çalışmasında, öğretmen adaylarının sürece yönelik olumlu görüşleri arasında, sürecin hayal gücünü kullanma ve geliştirmede etkili olduğunu belirttikleri sonucuna ulaşmıştır. Yıldırım (2018) sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmasında, sınıf öğretmenlerinin tasarımı tanımlarken, hayallerin kağıda dökülmesi ifadesini kullandıkları sonucuna ulaşmıştır. Elde edilen sonuç, bu çalışmanın hayal gücünü geliştirme yönü ile aynı olmasa da süreç içerisinde hayal gücünün kullanıldığı yönüyle benzerlik göstermektedir. Benzer bir diğer çalışma Yıldırım (2019)' un çalışmasıdır. Yıldırım (2019)'un, fen bilimleri öğretmen adaylarının biyomimikri uygulama sürecine yönelik görüşlerini almaya amaçladığı çalışmasında, öğretmen adaylarından iki tanesinin süreç içerisinde hayal güçlerini kullandıklarını ifade ettiklerini belirtmiştir.

Öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, tasarım yapma, bilimsel araştırma yapma, sunum yapma gibi aşamalarda ve grup çalışması yapmada tecrübe kazandıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin tecrübe kazanmalarında sürecin sürekli tekrar etmesinin etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin uygulama sürecinde doğayı laboratuvar gibi kullandıklarını beyan ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin süreç içerisinde doğayı laboratuvar gibi kullanma ifadesini kullanmasının sebebi olarak birinci kılavuzda yer alan etkinliğin doğa ve çevre ile ilgili bir etkinlik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, mühendislerin çalışma ortamını ve çalışma şekillerini, anladıklarını beyan etmişlerdir. Öğrencilerin görüşlerinde bu şekilde bir ifade kullanmaların sebebi, tasarım temelli fen eğitimi uygulama basamaklarının, mühendislerin çalışma yaparken kullandıkları basamaklar ile benzerlik göstermesinden kaynaklandığı ifade edilebilir.

Öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin yeni nesil soruların çözümünde, soruları kolay anlama ve yorumlama, yeni nesil sorulara yönelik çözüm kolaylığı sağlamada olumlu yönde etkisinin olabileceğini belirtmişlerdir. Ö1 kodlu öğrenci yeni nesil soruların içinde değişken belirleme, deney tasarlama becerileri ile ilgili sorular olduğunu belirtmiştir. Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde değişken belirleme ve deney tasarlamanın nasıl yapıldığını öğrendiklerinden dolayı sürecin yeni nesil soruları daha kolay anlama ve çözme üzerinde etkisi olduğunu belirtmiştir. Ö2 kodlu öğrenci yeni nesil soruların, tablo ve grafik yorumlayarak sonuca varma, değişken belirleme ve deney yapma ile ilgili olduğunu ve bu sürecinde yeni nesil soruları anlama ve yorumlama yeteneklerini arttırdığını belirtmiştir. Ö3

kodlu öğrenci yeni nesil fen sorularının deney tasarlama ve problemi belirleme ile ilgi olduğunu belirtmiş ve tasarım temelli fen eğitimi sürecinde bu becerilerin gelişmesinin, yeni nesil soruları çözerken, deney tasarlama ve değişken belirleme tarzında olan soruları yorumlayabilme yeteneği geliştirdiğini belirtmiştir. Sürecin yeni nesil soruların çözümü üzerinde olumlu etkilerinin olmasının sebebi, yeni nesil soruların problemi anlama ve yorumlama, hipotez kurma, değişken belirleme, deney tasarlama, tablo ve grafik yorumlama gibi becerileri ölçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin yeni nesil soruların çözümünde kolaylık sağlamasının, konuların anlaşılır kılmasının nedeni olarak; mini tasarımlar ve mini araştırma görevlerinin, kazanımlar ile ilgili kavramların somut bir şekilde öğrenilmesine fırsat tanıması görülmektedir (Bayar, 2021). Mini araştırmalardan sonra öğrenilen bilginin pratiğe dökülmesi görevinde olan mini tasarımlar ile öğrenciler öğrendiklerini pratiğe dökme, deneme ve hayata aktarma fırsatı bulmuştur. Bir diğer taraftan tasarım görevinin yerine getirilmesinin, öğrencilerin soyut olan fen kavramlarını somutlaştırdığı düşünülmektedir. Aynı zamanda tasarım temelli fen eğitimi kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili bir yöntemdir (Bayar 2021). Kavram yanılgılarının giderilmesi konuların daha kolay ve doğru anlaşılmasını kolaylaştırır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının sağladığı bu faydalar, yeni nesil soru tarzlarının çözümünü olumlu yönde etkilemiştir.

Ulusal literatür incelendiğinde tasarım temelli fen eğitimi sürecinin yeni nesil soruların çözümüne ilişkin etkilerinin nasıl olduğuna yönelik direkt bir araştırma olmasa da tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına olan etkilerinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur (Ercan, 2014; Aksoy, 2021; Uzel, 2019; Bayar, 2021; Kılıç, 2019; Yasak, 2017; Demirel, 2021). Örneğin; Ercan (2014)' un 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesindeki akademik başarısını arttırdığı gözlemlenmiştir. Benzer bir şekilde tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile süreci yürüten Yasak (2017)'de süreç sonunda öğrencilerin akademik başarılarında artış olduğunu saptamıştır. Yine tasarım temelli fen eğitiminin akademik başarıya olumlu etkisinin olduğunun tespit edildiği başka bir çalışma Aksoy (2021)' in çalışmasıdır. Aksoy (2021) çalışmasında, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile yürütülen süreçte 6. sınıf öğrencilerinin ses konusuna yönelik akademik başarı ve tutumlarının incelenmesini amaçlamış olup, sonuç olarak öğrencilerin akademik başarılarında artış olduğunu tespit etmiştir. Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıya olan etkilerinin incelenmesine üzerine yabancı literatürde benzer sonuçların alındığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Roth (2001)' in basit makineler konusunun tasarım temelli fen eğitimi ile

yürütülmesi süreci sonunda, 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarında olan değişimin gözlemlendiği araştırmasında, öğrencilerin akademik başarılarında bir artış olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde tasarım temelli fen eğitiminin akademik başarıya etkisinin incelendiği fakat farklı bir eğitim kademesinde gerçekleştirilen bir çalışma Fortus vd., (2004)'un çalışmasıdır. Bu çalışmasında Fortus vd., (2004), 9. ve 10. sınıf yani ortaöğretim kademesinde eğitim gören öğrencilerin, tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülen ders sonucunda akademik başarıların da meydana gelen değişimi incelemeyi amaçlamıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda, akademik başarının artarak, olumlu yönde etkilendiği görülmüştür. Yabancı literatürden bir diğer çalışmada; Aranda, Lie, Selcen Guzey, Makarsu, Johnston, & Moore, (2020)'nin genetik konusu üzerine gerçekleştirdiği çalışmasıdır. Yapılan bu çalışma sonucunda; tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilerin akademik başarılarının olumlu yönde etkilendiği belirtilmiştir.

Öğrencilerin grup çalışmasının uygulama sürecine, olumlu ve olumsuz yönde etkilerinin olduğuna yönelik beyanlarda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. İletişim becerisi artışı, tasarımın kapsamlı olması, sürecin hızlı olması, takım çalışması ruhu oluşması ve bağların güçlenmesi öğrenciler tarafından beyan edilen olumlu görüşlerken; bilgi kirliliği oluşması, fikir ayrılığı yaşanmasından dolayı sürecin yavaş işlemesi öğrenciler tarafından beyan edilen olumsuz görüşlerdendir. Öğrencilerden, Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler grup çalışması içinde olmanın iletişim becerisini arttırdığını ve bu durumun birbirlerini daha iyi anlamalarını sağladığını belirtmişlerdir. Literatürde tasarım temelli etkinliklerde grup çalışmasının olumlu olumsuz anlamda etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmış birçok çalışma mevcuttur. Örneğin, Yeşilyurt (2009), grup çalışmasının öğrenci davranışlarında meydana getireceği değişiklikler üzerine öğrenci görüşlerinin alınmasının amaçlandığı çalışmasında, öğrenciler; grup çalışması ile yapılan aktivitelerin yapımının daha kolay olduğu, öğrenme sürecinde grup üyelerinin birbirlerine kılavuzluk ettiği, ortaya çıkan öğrenme ürününü farklı özelliklere sahip kişiler hep beraber yaptıklarından dolayı orijinal bir ürün olabileceği gibi görüşleri bildirmişlerdir. Bozkurt Altan vd., (2016) tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmek amacı ile yapmış oldukları çalışmalarında elde edilen görüşler kapsamında uygulama sürecinde, grup çalışması yaparken, grup arkadaşlarının bazılarının aktif katılım sergilerken bazılarının pasif kaldığı bu durumunda tasarım sürecini olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Uzel (2019) çalışmasında, grup içi anlaşmazlıkların, öğrencilerin iş birliği içerisinde çalışmalarını, olumsuz yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinden sonra kendilerinde, bilimsel bilgiye ulaşmaya, bilime, çözüm üretmeye, gelişmiş tasarımlar yapmaya ve mühendis

olmaya yönelik inançlarının oluştuğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerden Ö1 kodlu öğrenci tasarım temelli fen eğitimi sürecinden sonra, ilerleyen yıllarda mühendis olabileceğine dair inancının oluştuğunu belirtmiştir. Bir diğer taraftan yine öğrencilerden Ö3 kodlu öğrenci gelecekte bilim ile ilgili iç içe olabileceği bir alan ile ilgili meslek seçimi yapacağına ve bu alanda kendisini geliştirebileceğine yönelik inancının oluştuğunu belirtmiştir. Bu bağlamda tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile öğrencilerin meslek seçimlerinin geliştirilebileceği sonucuna varılabilir. Öğrencilerin meslek seçimi yapmalarında, eğitim öğretimin tüm dönemleri önemli olsa da en önemli dönem ortaokul dönemidir. Zira ortaokul dönemi öğrencilerin, gelecekteki kariyer seçimleri ile ilgili kararlar almaya başladıkları bir dönemdir (Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012). Yapılan araştırma sürecince öğrencilere sunulan tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin uygulamaya katılan öğrencilerin mühendislik ve bilim alanına ilişkin oluşturdukları kariyer düşüncelerinin farklı alanlara ilişkin mesleklere yönelim sağladığı söylenebilir. Mühendislik tasarım sürecini merkeze alarak yürütülen STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve STEM mesleklerine yönelik ilgileri üzerine etkisinin incelenmesinin amaçlandığı Özkul ve Özden (2020) tarafından yürütülen çalışma sonucunda, araştırmacılar öğrencilerin meslek seçiminde STEM alanına (Mühendislik, Matematik, Bilim ve Teknoloji) ilişkin bir mesleği seçme eğilimde olduklarını tespit etmişlerdir. Hirsch, Carpinelli, Kimmel Rockland ve Bloom (2007) ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirmiş oldukları tasarım temelli mühendislik uygulamalarının sonucunda öğrencilerin, gelecekte seçmek istedikleri mesleklerin arasına mühendislik mesleğini de seçenek olarak ekledikleri sonucuna ulaşmışlardır. Alan yazında mevcut olan bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, bu çalışmada elde edilen sonuç ile benzerlik göstermektedir.

Öğrencilerin tümü, bu süreçte küçük tasarımlar yapmayı başarabiliyor olmalarını gördüklerini ve bununda gelecekte daha gelişmiş tasarımlar yapmaya yönelik inançlarının olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bu sonuç ile benzer sonuçların elde edildiği bir çalışma Kızılkuş Bulut (2019)'un çalışmasıdır. Kızılkuş Bulut (2019) tasarım temelli fen eğitimi uygulama sırasında yapılan mini tasarımlar yardımı ile probleme yönelik çözüm üretmeleri ve son aşamada ortaya bir ürün koymaları, tasarım yapmaya yönelik öz yeterliliklerinin olumlu yönde etkilendiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Apedoe vd. (2008) öğrencilerin kimya kavramlarının öğretimini ve mühendislik mesleğine olan ilgilerini arttırmak amacı ile tasarım temelli öğrenmeyi fen bilimleri konularına entegre ederek bir doküman tasarlamayı amaçladıkları çalışmada, öğrencilerin mühendis olmaya yönelik ilgilerinin arttığını belirttiklerini tespit etmişlerdir.

Yapılan her dersten sonra doldurdurulan günlükler ve süreç sonunda uygulanan görüşmelerden elde edilen ifadelerin analizi sonucunda öğrencilerin süreç içerisinde bazı becerileri kullandıklarını ve bu becerilerinde gelişim olduğunu beyan ettikleri saptanmıştır. Yapılan içerik analizinde Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin bir problemle karşılaştıklarında nasıl hareket edeceklerini ifade etmeleri, öğrencilerin problem çözme becerisini kullanabildiklerini göstermektedir. Alan yazındaki tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının problem çözme becerisini geliştirdiğine yönelik çalışmalar mevcuttur. (Aydın ve Karslı, 2019; Bybee, 2010; Eshach, 2006; Özkızılcık ve Cebesoy, 2020; Marulcu ve Sungur 2012; Yıldırım, 2018). Aydın ve Karslı (2019), "*Karışımların Ayrılması"* konusunu mühendislik tasarım sürecinin kullanılarak hazırlanan STEM etkinliği ile işlenmesi sonucunda 7. sınıf öğrencilerin görüşlerini belirlemeyi amaçladığı çalışmalarında, tasarım sürecinin öğrencilerde; problem çözme becerisinin gelişimine katkı sağladığını tespit etmişlerdir. Özkızılcık ve Cebesoy (2020) tarafından 24 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada, tasarım temelli etkinliklerin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Marulcu ve Sungur (2012) mühendislik tasarımı yaklaşımı ile yürütülen bir dersin sonunda öğrencilerde kazandırılması beklenen becerilerin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmasında, öğrencilerin kazanmasını beklediği becerilerden birinin problem çözme becerisi olacağını belirtmişlerdir. Tasarım temelli fen eğitimi aktivitelerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine olan etkisini inceleyen başka bir çalışma Eshach (2006)'nın çalışmasıdır. Bu çalışma sonucunda araştırmacı, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının problem çözme becerisini geliştirdiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmada uygulamaya katılan öğrencilerden Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile el becerilerinin kullandıklarını ve zamanla el becerilerinin geliştiğini belirttiği sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde tasarım temelli aktivitelerin el becerisi geliştirdiği sonucunu ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. (Aksoy, 2021; Çorlu ve Aydın 2016; İpekoğlu Yetkin, 2021; Yıldırım, 2018). Aksoy (2021), tasarım temelli fen eğitimi uyguları ile yürüttüğü dersin sonunda öğrencilerle yapmış olduğu görüşmelerden ve öğrenci günlüklerinden elde edilen veriler sonucunda, öğrencilerin el becerilerinin geliştiğini beyan ettiği sonucuna ulaşmıştır. İpekoğlu Yetkin (2021), ilkokul 3. sınıf kademesinde öğrenim gören normal ve özel yetenekli öğrenciler ile yürütülen tasarım temelli öğrenme uygulamalarının öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine olan etkisinin incelenmesi amaçladığı çalışması sonucunda, özel yetenekli öğrencilerin süreç içerisinde el becerilerinin geliştiğini belirtmiştir. Mangold ve Robinson (2013) mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik

etkinlikleri ortaokul öğrencileri ile beraber yürütmüş ve öğrencilerin el becerilerini geliştirdiği sonucuna varmışlardır. Marulcu ve Sungur (2012) ise mühendislik tasarımı yaklaşımı ile yürütülen bir dersin sonunda öğrencilerde kazandırılması beklenen becerilerin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmalarında öğrencilerde çizim yapmaya ve tasarım yapmaya yönelik el becerilerinin gelişebileceğini belirtmişlerdir. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışma Yıldırım (2018)'ın çalışmasıdır. Yıldırım (2018) sınıf öğretmeni adayları ile yapmış olduğu çalışmasının sonucunda, öğretmen adayları tasarım temelli fen eğitimi etkinliklerinin el becerilerini geliştirdiklerini beyan etmişlerdir. Yapılan bu çalışma literatürde bulunan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Öğrencilerin tümü çözüm önerilerinin tartışılması sonucunda en iyi çözüm önerisini seçerken karar verme becerilerini kullandıklarını ve bu durumun karar verme becerisinin gelişimine destek olduğunu beyan etmişlerdir. Literatürde tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının karar verme becerisi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılan birçok çalışma mevcuttur (Ayaz, 2019; Bayar, 2021; Bozkurt, 2014; Ercan, 2014) ve sonuçları bu çalışma ile örtüşmektedir. Ayaz (2019)'un çalışmasında, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi uygulama sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme becerilerine olan etkisinin incelenmesinin sonucunda, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının ön test ortalama puanlarının birbirine yakın olduğu tespit ederken, son test ortalamalarının deney grubu lehine yüksek çıktığı, deney ve kontrol grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bozkurt (2014)'un çalışmasında, fen bilimleri öğretmen adayları ile yürütülen mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sürecini incelemeyi ve bu sürecin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ve karar verme becerilerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda fen bilimleri öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin geliştiği ve öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin gelişimine yönelik olumlu görüşler bildirdiği sonucuna varılmıştır.

Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin bazı aşamalarında bilimsel süreç becerilerini kullandıklarını ve bu sayede bir takım bilimsel süreç becerilerinde gelişme olduğunu beyan ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu süreçte öğrencilerde bilimsel süreç becerilerinin, ölçme, problem belirleme, hipotez kurma, gözlem yapma, değişkenleri belirleme, iletişim kurma, sınıflama, sıralama, verileri kaydetme, araştırma yapma, verileri yorumlama, analiz yapma sonuç çıkarma, tablo ve grafik üzerinde gösterme (verileri kullanma ve model oluşturma) gibi bilimsel boyutlarının; öğrenme sürecinde risk alma ve öğrenmeye meraklı olma gibi duyuşsal boyutlarının kullanıldığı ve geliştiği rapor edilmiştir. Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinin aşamalarından olan tasarımı yapılandırma ve

tasarımı test etme aşamalarında, bilimsel süreç becerilerinden olan ölçme becerisini kullandıklarını belirttikleri tespit edilmiştir. Uygulamanın ikinci kılavuzundaki ana tasarım görevine ilişkin tasarım yapılandırılırken öğrencilerin, evi tasarlarken cetvel yardımı ile ölçüm yaptıkları gözlemlenmiştir. Uygulamanın birinci kılavuzunda öğrencilerin kompostta sıcaklık artışı olup olmadığını test etmek amacı ile belirli aralıklarla termometre ile ölçüm yaptıklarının gözlenmesi, öğrencilerin ölçme becerisini kullandıkları aşamalara yönelik yapılan bir diğer bulgudur. Elde edilen bu bulgular kapsamında öğrencilerin süreç içerisinde ölçme becerisini kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. İlgili literatür incelendiğinde, Bozkurt (2014)'un çalışmasında öğretmen adaylarının belirtmiş olduğu görüşler doğrultusunda, ölçme becerisini kullandıkları tespit edilmiştir.

Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecinde kullandıkları bir diğer bilimsel süreç becerisi problemi belirleme becerisidir. Uygulamaya katılan öğrencilerin tamamı tasarım temelli fen eğitimi sürecinin birinci istasyonunda problem belirlediklerini belirtirken öğrencilerden Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler, problem belirlemeye yönelik yapılan bu aşamada birinci kılavuzda zorlanırken ikinci kılavuzda zorlanmadıklarını belirtmişlerdir. Bozkurt Altan vd. (2016) çalışmasında öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinde en çok hangi aşamalarında zorluk yaşadıklarını tespit etmek amacı ile yaptığı ilk görüşmede öğretmen adaylarının problem belirlemede zorlandıklarını son görüşmede ise zorlandıkları aşamalara problem belirlemeyi dahil etmediklerini tespit etmiştir. Bozkurt (2014)' un çalışmasında öğretmen adaylarının bazıları, problemi belirleme becerisini ana tasarım görevinin içinde gizli halde olan problemi tespit ederken kullandıklarını belirtmişlerdir. Bayar (2021) çalışmasında, ana tasarım görevi ile karşılaşılan problemi anlamaya ve tespit etmeye çalışırlarken, bilimsel süreç becerileri alt becerilerinden olan problemi belirleme becerilerinin gelişebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Yıldırım vd. (2013) problem durumu ile ilgili etkinliklerin öğrencilerin problem belirleme becerilerini geliştirebileceğini vurgulamıştır. Aynı zamanda, bilimsel süreç becerilerinden problemi belirleme becerisinin gelişmesinde, günlük hayat problemlerinin tespitinin etkili olduğu aşikârdır (Celep ve Bacanak, 2013). İlgili literatürden elde edilen bu sonuçlar, çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.

Uygulamaya katılan öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde kullandıkları ve süreç içerisinde gelişim gösteren bir diğer bilimsel süreç becerisini hipotez kurma becerisi olarak belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerden Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama aşamalarından biri olan çözüm önerisi üretme aşamasını hipotez kurma becerisine benzettiklerini vurgulamışlardır. İlgili literatür incelendiğinde Bozkurt (2014)'nın sonuçlarının bu çalışmada elde edilen sonuç ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Bozkurt (2014)'un çalışmasında, öğretmen adaylarından bazılarının mühendislik tasarım sürecinin alternatif çözüm önerileri üretme aşamasının bilimsel süreç becerilerinin alt becerilerinde olan hipotez kurma becerisi ile ilişkilendirdiği tespit edilmiştir. Bayar (2021) mini tasarım görevlerinin yerine getirilmesinde öğrencilerin deneyler yapmadan önce hipotez kurmaları, bilimsel süreç becerilerinden hipotezlerin kurulması becerisini desteklediğini belirtmiştir.

Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde öğrenciler kurdukları hipotezler doğrultusunda değişkenleri belirlemişlerdir. Öğrenciler bu sürecin değişkenleri belirleme konusunda etkili bir süreç olduğunu beyan etmişlerdir. İlgili literatür incelendiğinde Yamak, Bulut ve Dündar (2014)'un çalışmasında elde edilen sonuç bu sonuç ile örtüşmektedir. Yamak vd. (2014) tasarım temelli fen eğitiminde problemin anlaşılması için mini tasarımların yapıldığı aşamada, değişken belirleme becerisinin aktif olarak kullanıldığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Bozkurt (2014) 'un çalışmasında öğretmen adaylarının uygulama sürecinde, yapılan bazı tasarım temelli etkinliklerde değişken belirleme becerisini kullandıkları sunucuna ulaşmıştır. Bayar (2021) problemin çözümü için olası çözümlerin araştırıldığı aşamada, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin bir alt boyutu olan değişkenleri belirleme becerisini etkili bir şekilde kullanabileceklerini belirtmiştir. Özkul ve Özden (2020) çalışmaları sonucunda, mühendislik tasarım süreci basamaklarını merkeze alan STEM etkinliklerinin gerçekleştirilmesi sürecinde, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden olan değişkenlerin belirlenmesi becerisini kullandıklarını vurgulamışlardır.

Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde kullandıkları bilimsel süreç becerilerinden biriside iletişim becerisidir. Öğrenciler süreç boyunca yazılı ve sözlü iletişim kanallarını kullanarak, iletişim becerisini sürecin her aşamasında kullandıklarını belirtmişlerdir. Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde grup çalışması yapılması, öğrencilerin birbirleri ile karşılıklı diyolag halinde olmaları sözlü iletişim kanalını, kendilerini kılavuzlarda, günlüklerde ifade etmeye çalışmaları ise yazılı iletişim kanalını kullandıklarını göstermektedir. Bayar (2021) uygulama süreci boyunca öğrencilerin sürekli birbirleri ile etkileşim halinde olmalarından kaynaklı olarak iletişim becerisini kullandıkları sonucuna ulaşmıştır. Bagiati (2011) yaptığı çalışmasında, mühendislik merkezli STEM eğitimi çalışmalarının sözlü iletişimi geliştirdiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde, Lippard vd. (2019) ana okul öğrencileri ile yapmış olduğu tasarım temelli etkinliklerde öğrencilerin iletişim becerisini sergilediklerini tespit etmiştir. Mühendislik tasarım süreci merkezli uygulamalarda, iletişim becerisinin kazanıldığı sonucunun elde edildiği bir diğer çalışma Özkul ve Özden (2020)' nın yapmış oldukları

çalışmalarıdır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin işbirlikli çalışma ve iletişim becerileri kazandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrenciler uygulama sürecinde sınıflama becerisini aktif olarak kullanmışlardır. Vurucu ve Şahin (2020)'nın erken çocukluk döneminde uygulanan bilim ve mühendislik uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelendiği çalışmaları sonucunda, öğrencilerin veri toplama, gözlem yapma, sınıflama yapma becerilerinde gelişme olduğu tespit edilmiştir. Alan yazından elde dilen sonuç, yapılan çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir. Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrencilerin günlüklerinden ve görüşmelerinden elde edilen bulgular ve gözlemler dahilinde tasarımın yapılandırılması aşamasında suntaları büyüklüklerine göre bir arada topladıkları ve kompost için atıkları toplarken de belli özellikleri dikkate alarak topladıkları tespit edilmiştir. Bu durumlar öğrencilerin süreç içerisinde, sınıflama becerisini kullandıklarını gösterir. Bu tespitler sonucunda öğrencilerin tasarımı yapılandırma aşamasında aktif olarak bilimsel süreç becerilerini kullandıkları sonucunu vermektedir. Benzer şekilde Sadler vd. (2000) prototipin geliştirilmesi aşamasında, bilimsel süreç becerilerinin aktif olarak kullanıldığını ve tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Uygulamaya katılan öğrencilerden Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde araştırma verilerini kılavuzlarına ve defterlerine not alarak; tasarımlarını test ettikten sonra elde ettikleri sayısal verileri tablo yaparak ve grafik çizerek kaydettiklerini belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden olan verileri kaydetme becerisini aktif olarak kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Bayar (2021), çalışmasında uygulamaya katılan öğrencilerden bazılarının, geçmiş yapılmış çalışmaları incelenmesinde, elde ettikleri verileri kaydederek bu verileri yorumlayıp bir sonuca vardıklarını belirtmiştir. Aynı zamanda, öğrencilerin mini araştırma görevlerinde interneti, kitapları, dergileri kullanarak araştırma yaptıklarını ve bu verileri kılavuzlarına kaydettikleri aşamada, öğrencilerin verileri kaydetme ve yorumlama becerilerinin gelişebileceğini belirtmiştir.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi süreci boyunca sürekli araştırma ve sorgulama halinde halinde olduklarını belirtmişlerdir. Bu bulgu doğrultusunda, öğrencilerin süreç içerisinde araştırma ve sorgulama becerilerini aktif olarak kullandıkları sonucuna varılmıştır. Sungur Gül ve Marulcu (2014) tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecini araştırma sorgulamaya dayalı bir süreç olarak değerlendirmiştir.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde elde ettikleri verileri yorumlayarak bir sonuca varmışlardır. Bu durum öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecinde sonuç çıkarma becerisini kullandıklarını göstermektedir. Bayar (2021) tasarım temelli fen eğitiminde yer alan tasarımın test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında, öğrencilerin verileri yorumlama ve model oluşturma becerilerini kullandıklarını belirtmiş olup tasarım temelli fen eğitiminin söz konusu olan becerileri geliştirebileceğini vurgulamıştır. Gökbayrak ve Karışan (2017) tasarım temelli STEM etkinlikleri ile yürüttüğü çalışması sonucunda, öğrencilerin verileri yorumlama becerisini kullandıklarını belirtmiştir.

Yapılan analizlerde öğrencilerin süreç içerisinde, bilimsel süreç becerilerinin bir boyutu olan duyuşsal süreç becerilerini de kullandıkları tespit edilmiştir. Bu süreç içerisinde öğrencilerin tümü, öğrenme sürecinde risk alma yani tartışma ortamında rol alma becerisini kullandıklarını belirten söylemlerde bulunmuşlardır. Süreç içerisinde en iyi çözüm önerisi seçilirken, tasarım yapılandırılırken, kriterler hakkında tespit yapılırken, sonuçlar tartışılırken öğrenme sürecinde risk almaya yönelik beceriler sıklıkla kullanılmıştır.

Ö1 ve Ö2 öğrenciler öğrenmeye meraklı oluş becerisini yani daha fazla öğrenmek için çaba sarf etmeye yönelik beceriyi kullandıklarını belirten ifadeler kullanmışlardır.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, malzeme temini, okulun yatılı olması ve okulun ilçeye uzak olmasından; tasarım temelli fen eğitimi aşamalarını işleme ve süreç içerisinde bazı malzemeleri kullanma konusunda tecrübesiz olmalarından kaynaklı zorluklar yaşadıklarını beyan etmişlerdir. Literatürde Sarı, Alıcı ve Şen (2018) 'ın çalışmasında, öğrenciler malzemeleri ilk defa kullanmalarından dolayı, malzeme kullanmada zorluk çektiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerden Ö3 kodlu öğrenci süreç içerisinde tecrübesizlikten kaynaklı olarak en çok zorlandığı aşamaları problem belirleme; Ö2 kodlu öğrenci ise kriter ve sınırlılık belirleme ve tasarım yapma aşamalarında matematiksel işlemler yapma olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada mühendislik tasarım sürecinin bazı aşamalarında zorluk yaşandığını beyan eden öğrencilerin/öğretmen adaylarının olduğu çalışmalar literatürde mevcuttur. Örneğin, Bozkurt Altan vd. (2016) yaptığı çalışmalarında öğretmen adayları, sürecin ortasında yapılan görüşmede, problemin tanımlanması, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve prototipin yapılması aşamalarında zorluk yaşadıklarını beyan ederken, süreç sonunda yapılan görüşmede, olası çözümlerin geliştirilmesi ve prototipin yapılması aşamalarında zorluk yaşadıklarını beyan etmişlerdir. Kurtoğlu ve Karslı Baydere (2021) tarafından yapılan ve mühendislik tasarım süreci adımları dikkate alınarak tasarlanan "diş çürüklerini önleyici" isimli STEM etkinliğinin uygulanması sürecinde fen bilgisi öğretmen

adaylarının görüşlerinin alınmasının amaçlandığı çalışmaları sonucunda, öğretmen adaylarının araştırma sorgulama, ürün tasarlama, matematiksel işlemlerin yapıldığı adımlarla zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların tasarımı yapma ve ürün ortaya koyma basamağında zorluk yaşandığı sonucuna ulaşılan bir diğer çalışma Sarı ve Katrancı (2020) 'nın çalışmalarıdır. 4. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen tasarım temelli STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışma sonucunda öğrencilerin birçoğunun tasarımı yapma ve ürün çıkarma basamağında zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Ayrıca süreç içerisinde yaşanan zorluklardan birisi grup çalışması esnasında yaşanan fikir ayrılıklarıdır. Ö2 ve Ö3 kodlu öğrenciler yaşanan bu fikir ayrılıklarının sürecin uzamasına sebep olduğunu beyan ederken; Ö3 kodlu öğrenci bazı aşamalarda ortak karar vermede zorluk yaşanmasına, Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler ise grup bireyleri arasında iletişimin kopmasına sebep olduğunu beyan etmişledir. Literatürde bu çalışmada elde edilen grup içi anlaşmazlıklarının doğurduğu sorunlar benzer sorunların olduğu çalışmalar mevcuttur. Aksoy (2021)'un çalışmasında, öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sürecinde, grup içi anlaşmazlıklardan, tasarım aşamalarını gerçekleştirmeye yönelik zorluklardan, malzeme kullanmadaki zorluklardan, teknoloji kullanımına yönelik anlaşmazlıklar, çizim aşamasında yaşanan zorluklardan dolayı sorun yaşadıklarını beyan etmişlerdir. Bozkurt Altan ve Karahan (2019) yaptıkları çalışmada tasarım temelli fen eğitiminde grup içi anlaşmazlıklardan kaynaklı zorluklar yaşadıklarına dair görüş bildirdiklerini belirtmişlerdir. Yapılan benzer bir çalışma olan Şimşek (2019) 'ın çalışmasında, öğrenciler zaman yetersiz olmasından, grup içi yaşanan tartışmalardan kaynaklı iletişimsizlik yaşanmasından, malzemelerin maliyetli ve yetersiz olmasından kaynaklı zorluklar yaşadıklarını görüşlerinde beyan etmişlerdir. Hacıoğlu ve ark. (2016) yaptıkları çalışmalarında, tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşlerine başvurmuş ve öğretmen adaylarının ortamın fiziki şartları, sınıfta bulunan öğrenci sayısının fazla olması, öğrenciye tanınan süre, materyalin temin edilmesi, sınıfa ve sürece hâkimiyet ile ilgili zorluklara görüşlerinde yer verdiklerini tespit etmiştir. Bayar (2021) çalışmasının pilot uygulamasını yaparken öğrencilerin tecrübesizlikten kaynaklı zorluklar yaşadıklarını belirtmiştir. Bozkurt Altan ve Karahan (2019) *"Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı "*adlı etkinliğin tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülmesi sonucunda, çalışma ortamının çok sesli olmasından, grup çalışması yapılırken her bireye eşit görev dağılımının yapılmamasından kaynaklı zorlukların yaşandığı sonucuna varmışlardır. Sarı ve Kantarcı (2020) tarafından yapılan ve 4. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen tasarım temelli STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışma sonucunda öğrencilerin bazılarının grup çalışması yaparken zorluk yaşadıklarını beyan ettikleri tespit edilmiştir.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, öğrencilerin olumlu ve olumsuz anlamda birçok duyuşsal değişim içerisinde olduğu öğrenci görüşlerinden ve günlüklerinden tespit edilmiştir. Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler tasarım temelli eğitimi sürecini eğlenceli bulduklarını beyan etmişlerdir. Bu sonuç literatürde birçok çalışma ile örtüşmektedir (Aksoy, 2021; Yasak, 2017; Şimşek, 2019; Bozkurt, 2014; Uzel, 2019). Uzel (2019)'un yapmış olduğu çalışmasının nitel bölümde öğrencilerin mühendislik tasarım temelli etkinliklere yönelik görüşlerini alması sonucunda, öğrencilerin süreç ile ilgili eğitici ve eğlenceli geçtiğine yönelik olumlu görüşler belirttiği sonucuna ulaşılmıştır. Pekbay (2017) çalışması sonucunda tasarım temelli etkinliklerle yürütülen derslerde öğrencilerin eğlenerek öğrendiklerini belirtmiştir. Aksoy (2021) 6. sınıf öğrencileri ile yapmış olduğu çalışmasında öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecini eğlenceli bulduklarını tespit etmiştir. Çalışma grubunun öğretmen adaylarından oluşan Bozkurt (2014) çalışması sonucunda, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini eğlenceli bulduklarını tespit etmiştir. Ercan (2014)'un çalışmasında öğrenciler günlüklerine sürecin eğlenceli geçtiğini yansıtmışlardır. Şimşek (2019) yaptığı çalışma sonucunda öğrenciler FeTeMM etkinliklerini eğlenceli bulduklarını belirtmişlerdir. İlgili alan yazında elde edilen bu sonuçlar çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

Uygulamaya katılan öğrencilerin tümü tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, tasarım ürünün çıkarabilmelerinden dolayı başarı hissi yaşadıklarını günlüklerine yansıttıkları sonucuna ulaşılmıştır. Literatür incelendiğinde çalışmanın bu sonucu ile örtüşen çalışmalardan biri, Sarı ve Katrancı (2020)'nın çalışmasıdır. 4. sınıf öğrencilerin tasarım temelli STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin alındığı çalışmada, öğrencilerden bazılarının tasarımı gerçekleştirebilmelerinden dolayı başarı hazzı yaşadıklarını belirttikleri tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmanın sonucunda bazı öğrenciler, süreç içerisinde başarısızlık hissi yaşadıklarını vurgulamışlardır.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinde, öz motivasyon artışı, özgüven artışı, çevre farkındalığı artışı, fen ve mühendisliğe yönelik ilgi artışı, bilime ilgi artışı, okula ve arkadaşlarına aidiyet duygusu gelişimi gibi duyuşsal gelişimler yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ö3 kodlu öğrencinin tasarım sürecinde sunum yaparken daha az heyacanlanması ve sunumu güzel bir şekilde yapması yani başardığını hissetmesinin öz motivasyonunda artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Literatürde fen bilimleri dersinde proje tabanlı, tasarım temelli fen öğretimi ve STEM temelli etkinliklerde öğrencilerin aktif rol aldığı öğretim metotlarının öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir (Yenice, Saydam ve Telli 2012; Uzun ve Keleş, 2012; Kızılkuş Bulut, 2019). Bozkurt (2014) çalışması sonucunda, öğretmen adaylarının büyük tasarım görevini motivi edici olduğunu belirttikleri sonucuna ulaşmıştır. Bozkurt Altan vd.

(2016)'nın çalışması sonucunda, öğretmenler tasarım temelli fen eğitiminde ana tasarım görevinin öğrenciler üzerinde motive edici bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Bozkurt Altan vd. (2019) 'un çalışması sonucunda, öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde tasarımların ilgi çekici aynı zamanda motive edici buldukları sonucuna ulaşılmıştır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarında tasarımın merkezi konumda olması öğrencilerin motivasyonlarını arttırması noktasında önemli rol oynamaktadır (Fortus, 2005). Ercan ve Şahin (2015) yapmış oldukları çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının tasarım temelli fen eğitiminden ne düzeyde etkilendiğini tespit etmeyi amaçlamışladır. Çalışma sonucunda tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarında kullanılan gerçek yaşam problemlerine yönelik çözümlerin fene ait olan kavramları, konuları, prensipleri kullanması öğrencilerin motivasyonlarının arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Kılıç (2019), çalışması sonucunda, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile yürüttüğü etkinlik sonucunda öğrencilerin bilime yönelik tutumlarının olumlu yönde etkilenmesini tasarım temelli fene eğitimi etkinliklerinin motive edici etkisinden olduğundan kaynaklandığını vurgulamıştır. Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy, ve Roehrig (2014), uygulamalar esnasında karşımıza çıkan problemlerin günlük yaşamla ilgili olması motivasyon artışını sağladığı sonucuna varmıştır.

Öğrencilerden Ö1 ve Ö2 kodlu öğrenciler, tasarım temelli fen eğitimi sürecinin özgüven geliştirici olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin özgüvenlerinde gelişme olduğunu ifade etmesi süreç içerisinde kendi öğrenimlerinden sorumlu olmasıyla ilgisinin olduğu düşünülmektedir. İlgili literatürde yapılan incelemeler sonucunda birçok çalışmanın elde edilen sonuç ile örtüştüğü görülmektedir. Çakır ve Altun Yalçın (2020) okul öncesi öğrencileri ile yapılan tasarım temelli STEM etkinliklerine yönelik öğretmen görüşleri sonucunda, öğrencilerin özgüvenlerinde gelişme olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerden Ö1 kodlu öğrenci uygulama süreci boyunca bilime yönelik ilgisinin arttığını belirtmiştir. Ulaşılan bu sonuç literatürde Kılıç (2019)'un çalışmasının sonucu ile örtüşmektedir. Kılıç (2019)' un tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin bileme yönelik tutumları üzerine olan etkisini incelediği çalışması sonucunda, uygulamanın öğrencilerin bilime yönelik tutumlarını bir miktar arttırdığı tespit edilmiştir.

Öğrenciler tasarım temelli fen eğitimi sürecinin, özgür hissetme, mühendis gibi hissetme, bilim insanı gibi hissetme gibi duygusal etkilerinin olduğunu beyan etmişlerdir. Öğrencilerden Ö3 kodlu öğrenci süreç içerisinde aktif görev yapmaktan dolayı kendisini özgür hissettiğini belirtmiştir. Kurtoğlu ve Karslı Baydere (2021)'nın mühendislik tasarım süreci

aşamalarını dikkate alarak hazırladıkları STEM etkinliğinin uygulaması sonucunda öğretmen adaylarından elde edilen görüşler kapsamında öğretmen adaylarından bazılarının uygulama sürecinin çalışma ortamında özgür bir şekilde çalıştıklarını ve fikirlerini özgür bir şekilde ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Alan yazında Kurtoğlu ve Karslı Baydere (2021)'ın çalışmasından elde edilen sonuç, bu çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir.

Öğrencilerin tümü süreç içerisinde araştırma yaptıklarını ve bundan dolayı kendilerini bilim insanı gibi hissettiklerini belirtmişlerdir.

Öğrenciler süreç içerisinde grup arkadaşı ile yaşanan tartışmalardan, malzeme bulma sıkıntısı yaşamaktan dolayı derslerde kendilerini yetersiz hissetme, yorgun hissetme ve umutsuz hissetme gibi duygusal olumsuzluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ö3 kodlu öğrenci grup içerisinde yaşanan anlaşmazlıklardan kaynaklı olarak kendisini yetersiz, umutsuz ve yorgun hissettiğini belirtmiştir. Uzel (2019) çalışmasında, uygulama sırasında yaşanan grup içi anlaşmazlıkların, öğrencilerin birlikte çalışmaya olan isteklerini olumsuz yönde etkileyerek duygusal olumsuzluklar yaşamalarına sebep olduğu sonucuna ulaşmıştır. Literatürde elde edilen bu sonuç, bu çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci boyunca öğrenciler araştırma yapmak ve karar vermek için birçok kaynaktan faydalanmışlardır. Öğrenciler bu süreçte, bilir kişilerden, dergilerden, internetten, kitaplardan, birbirlerinden ve deneme yanılma yoluyla süreçten faydalandıklarını beyan etmişlerdir. Ö1 kodlu öğrenci bu süreçte internet, bilir kişi, dergi ve öğretmen rehberliğinden yararlandığını; Ö2 kodlu öğrenci, Ö1 kodlu öğrenciden farklı olarak akran desteğini aldığını belirtmiştir. Ö3 kodlu öğrenci ise deneme yanılma yolunu kullanarak süreçten faydalandığını ifade etmiştir. Ayrıca öğrenciler ilk başvurdukları kaynakların ulaşımının kolay olmasından dolayı internet ve öğretmenleri olduklarını belirtmişlerdir.

Literatürde öğrencilerin bilgiye ulaşmak için kullandıkları kaynaklara yönelik birçok çalışma ile karşılaşmak mümkündür. Örneğin; ortaokul öğrencilerinin bilgiye ulaşım kaynaklarının incelenmesinin amaçlandığı bir çalışma, Henkoğlu, Mahiroğlu ve Keser (2015)'in çalışmasıdır. Bu çalışmanın sonucunda öğrencilerin en çok ve özellikli olarak internet ile ilgili kaynakları tercih ettikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. Benzer şekilde, Tercan, Sakarya ve Çoklar (2011) tarafından yapılan çalışmada, günümüz şartlarında en çok hatta tek tercih edilen bilgi kaynağının internet erişimleri olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışma ise Bayar (2021)'ın çalışmasıdır. Bayar (2021) öğrencilerin mini araştırmalar yaparken, bilgi erişim kaynağı olarak; tecrübeyi, otoriteyi, sosyal medyayı ve bilimsel yöntemi tercih ettiklerini ifade

etmişlerdir. Öğrenciler bilgi edinme kaynağı olarak, interneti tercih etme sebeplerini kolay ve hızlı ulaşım sağladığından dolayı olduğunu fakat bir diğer taraftan da bilgilerin güvenilirliği konusunda endişeleri olduğunu dile getirmişlerdir (Henkoğlu vd., 2015). Tasarım temelli fen eğitimi sürecinde bilgi edinme yolu olarak başvurulan kaynaklar yönüyle benzerlik gösteren bir çalışmada, Ayaz (2019)'un çalışmasıdır. Ayaz (2019) çalışması sonucunda, sınıf öğretmeni adaylarının süreç boyunca başvurdukları kaynakları; uzman kişiler, kitaplar ve internet olarak tespit etmiştir. Ayrıca öğretmen adayları kitaplardan çokça faydalandıklarını, kitapları tercih etme sebebini ise, kitapların bilgiye ulaşmak için kolay ulaşılabilir bir kaynak olduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin sıklıkla başvurduğu bilgi edinme yolu ise; kolay ulaşılabilir olmasından kaynaklı olarak, okullarında bulunan branş öğretmenleridir. Öğrenciler öğretmenlerinden edindikleri bilgileri, var olan bilgi ve tecrübeleri ile harmanlayarak çalışmışlardır. Temelleri yapılandırmacılığa dayanan tasarım temelli fen eğitim, öğrencilerin var olan bilgileri ile yeni öğrendikleri bilgileri yapılandırmaya dayanan bir yaklaşımdır. Bu yönüyle çalışmadan elde dilen sonuç, tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımının dayandığı yapılandırmacılık kuramını destekler niteliktedir. Bayar (2021) tasarım sürecinde öğrencilerin sıklıkla başvurdukları kaynağın, internet; sonraki başvurdukları kaynakların ise, tecrübe ve otorite olarak tespit etmiştir.

5.2. Öneriler

Bu çalışmanın sonuçlarında, öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecinin, okulun ekonomik, çevresel koşulları, malzeme yoksunluğu ile ilgili zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin uygulama sürecinde bu konularda zorluk yaşamaların ana sebebi yatılı bir okulda öğrenim görmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle özellikle yatılı bölge ortaokullarına, tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları ile ilgili gerekli malzemelerin temini ve ortam hazırlıklarının yapılması önerilmektedir.

Çalışmada, TTFE uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bundan dolayı öğretmenlerin formal eğitimde, TTFE uygulamalarını kullanmalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerisi gelişimine katkısının olacağı düşünülmektedir. Bilimsel süreç becerilerinin gelişimini destekleyici yaklaşımların fen derslerinde kullanılması ile öğrencilerin derslerde daha aktif ve başalı olacağı düşünülmektedir. Bundan dolayı bilimsel süreç becerisi gelişimini destekleyen TTFE uygulamaları ile ilgili etkinliklerin fen derslerinde kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışma ile TTFE uygulamalarının, bilimsel süreç, fen öğrenme ve mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerine olan etkisinin ve öğrencilerim sürece yönelik duygu ve düşüncelerinin belirlenmesi amaç edinilmiştir. İlerleyen zamanlarda TTFE uygulamalarının başka değişkenler üzerine etkisinin incelendiği başka çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aksoy, G., & Taşkın, G. (2019). Öğretim programlarının değişmesini etkileyen faktörlerin, sosyal bilgiler ve fen bilimleri dersi müfredatlarını etkileme boyutu. *Milli eğitim dergisi, 48*(224), 75-99.

Aksoy, Ş. (2021). *Ses konusundaki tasarım temelli uygulamaların 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Alinak Bozkurt, H. (2018). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin fen başarıları, stem alanlarına yönelik tutumları ve stem kariyerine yönelik algıları üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kafkas Üniversitesi.

Alpaslan, N. (2011). Mühendislik tarihi ve felsefesi üzerine bir araştırma. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi,* (1), 1-10.

Anagün, Ş. S., & Yaşar, Ş. (2009). İlköğretim beşinci sınıf fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, *8*(3), 843-865.

Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Mühendislik tasarımının lise fen dersliklerine getirilmesi: Isıtma / soğutma ünitesi. *Fen Bilimleri Eğitim ve Teknoloji Dergisi*, *17*(5), 454-465.

Arafah, M. M. (2011). But What Does This Have to Do with Science ?: Building the Case for Engineering in K-12. Cleveland State University.*ETD Archive*. 460.

Aranda, M. L., Lie, R., Selcen Guzey, S., Makarsu, M., Johnston, A., & Moore, T. J. (2020). Examining teacher talk in an engineering design-based science curricular unit. *Research in Science Education*, *50*(2), 469-487.

Arslan, D. ve Ilgın, H. (2011). Türkçe dersinde öğrenci günlüklerinin değerlendirme aracı olarak kullanılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8* (16), 225-238.

Arslan, D. ve Ilgın, H., (2011). Türkçe dersinde öğrenci günlüklerinin değerlendirme aracı olarak kullanılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8* (16), 225-238.

Asal, R. (2020). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.

Atacan, B. (2020). *7. sınıf fen bilgisi dersinde tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliğin öğrencilerin motivasyon, ekip çalışması ve derse ilişkin bakış açılarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Atila, M. E., & Sözbilir, M. (2016). Fen ve teknoloji dersi öğretim programındaki yapılandırmacılığa dayalı öğelerin öğretmenler tarafından uygulanışı: Nitel bir çalışma. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(2), 1418-1457.

Ayaz, E. (2019). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve tasarım becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

Aydın, E., & Karslı, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayis University Journal of Education Faculty*, *38*(1), 35-52.

Aydoğdu, B. & Engin, Ö. (2012). Fen ve teknoloji dersi "kuvvet ve hareket" ünitesine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *E-uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi 3*(1), 49-62.

Aydoğdu, B. & Tatar, N. & Yıldız, E. & Buldur, S. (2012). İlköğretim öğrencilerine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *Kuramsal Eğitim Bilimi Dergisi, 5*(3), 292-311.

Aydoğdu, B. (2009). *Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farkı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, bilimin doğasına yönelik görüşlerine, laboratuvara yönelik tutumlarına ve öğrenme yaklaşımlarına etkileri* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Aydoğdu, B. (2014). Bilimsel süreç becerileri. *Fen bilimleri öğretimi* (s.87-110). Anı Yayıncılık.

Bakırcı, H., & Kaplan, Y. (2021). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin mühendislik ve tasarım becerileri alanında karşılaştığı sorunlar ve çözüm önerileri. *Journal of Computer and Education Research, 9*(18), 626-654.

Bayar, M. F., (2021). *Tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, mühendislik bilgisi, bilimsel süreç becerileri ve tasarım becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.

Bektaş, O., & Aslan, F. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkında görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, *3*(2), 17-50.

Bergin, D., Nair, S. S., Khanna, S. K., & Lynch, J. (2007). Infusing design into the G7-12 curriculum-Two example cases. *The International journal of engineering education*, *23*(1), 43-49.

Bethke Wendell, K. ve Rogers, C. (2013). İlkokulda mühendislik tasarımına dayalı bilim, fen içerik performansı ve fen tutumları. *Mühendislik Eğitimi Dergisi, 102*(4), 513-540.

Bilir, U. (2015*). Fen bilimleri öğretiminde araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.

Bozkurt Altan, E., & Karahan, E. (2019). Tasarım temelli fen eğitimine yönelik öğrenci ve öğretmen değerlendirmeleri: Isı yalıtımı ülke başarısını gerçekleştirme. *İlköğretim Online (elektronik)*, *18*(3), 1345-1366.

Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

Brunsell, E. (Ed.). (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. NSTA press.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, *70*(1), 30.

Capobianco, B. M. (2011). Exploring a science teacher's uncertainty with integrating engineering design: An action research study. *Journal of Science Teacher Education*, *22*(7), 645-660.

Cardella, M. E., Atman, C. J., Adams R. S. & Turns, J. (2002). *Engineering student design processes: Looking at evaluation practices across problems*. Annual American Society of Engineering Education Conference, Montreal, Canada.

Cardella, M., & Atman, C. (2002, June). Engineering student design processes: Looking at evaluation practices across problems. In *2002 Annual Conference* (pp. 7-493).

Celep, A., & Bacanak, A. (2013). Yüksek lisans yapan öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri ve kazandırılması hakkındaki görüşleri. *Journal of Turkish Science Education*, *10*(1), 56-78.

Celep, A., & Bacanak, A. (2013). Yüksek lisans yapan öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri ve kazandırılması hakkındaki görüşleri. *Journal of Turkish Science Education*, *10*(1), 56-78.

Chang, H. P., Chen, C. C., Guo, G. J., Cheng, Y. J., Lin, C. Y., & Jen, T. H. (2011). The development of a competence scale for learning science: *Inquiry and communication. International Journal of Science and Mathematics Education*, *9*(5), 1213-1233.

Corlu, M. A., & Aydin, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *4*(1), 20-29.

Creswell, W. J. (2019). *Karma yöntem araştırmalarına giriş (2. baskı).* (M. Sözbilir, Çev. Ed.). Pegem Akademi. (Çalışmanın orijinali 2015'te yayımlanmıştır).

Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching, 38*(7), 791–820.

Çakır, Z., & Altun Yalçın, S. (2020). Okul öncesi eğitiminde gerçekleştirilen tasarım STEM eğitimlerinin öğretmen ve veli görüşleri açısından değerlendirilmesi. *International Journal of Active Learning*, *5*(2), 142-178.

Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve Teknoloji Programı (Tanıma, Planlama, Uygulama ve SBS'yle İlişkilendirme) 1. ve 2. Kademe Öğretmen El Kitabı*. 1. Baskı, Ankara: Pegem A Yayınları

Çorlu, M. A., & Aydin, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *4*(1), 20-29.

Demirbaş, M., & Yağbasan, R. (2005). Türkiye'de etkili fen öğretimi için ilköğretim kurumlarına yönelik olarak gerçekleştirilen program geliştirme çalışmalarının analizi ve karşılaşılan problemlere yönelik çözüm önerileri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 53-67.

Demirel, R., (2021). *Işık konusunun argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ve öğrenme ürünlerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Aksaray Üniversitesi.

Deveci, İ. (2018). Türkiye'de 2013 ve 2018 yılı fen bilimleri dersi öğretim programlarının temel öğeler açısından karşılaştırılması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *14*(2), 799-825.

Dindar, H. & Taneri, A. (2011). MEB'in 1968, 1992, 2000 ve 2004 yillarinda geliştirdiği fen programlarinin amaç, kavram ve etkinlik yönünden karşilaştirilmasi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 19*(2), 363-378.

Doppelt, Y., Mehalik, MM, Schunn, CD, Silk, E. & Krysinski, D. (2008). Katılım ve başarılar: Bir bilim bağlamında tasarım temelli öğrenmeye ilişkin bir vaka çalışması. *Teknoloji Eğitimi Dergisi, 19*(2), 22-39.

Dym, C. L., Wood, W. H., & Scott, M. J. (2002). Rank ordering engineering designs: pairwise comparison charts and Borda counts. *Research in Engineering Design*, *13*(4), 236-242.

Ekim, A. G. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ile fen öğrenme becerisinin farklı değişkenler açısından araştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Ellefson, M. R., Brinker, R. A., Vernacchio, V. J .ve Schunn, C. D. (2008). Biyoloji için tasarım temelli öğrenme: Genetik mühendisliği deneyimi, gen ifadesinin anlaşılmasını geliştirir. *Biyokimya ve Moleküler Biyoloji Eğitimi, 36*(4), 292-298.

Elmas, O. (2020). *Üstün yetenekliler eğitim programları müfredat modeli kullanılarak zenginleştirilen ve hızlandırılan "madde ve doğası" konu alanı ile ilgili öğrenci görüşleri: Bursa püyed örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.

English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *Journal of Educational Research*, *110*(3), 255-271.

Ercan, S. & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 9*(1), 128-164.

Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Ercan, S., & Bozkurt, E. (2013). Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill. *IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojerage event Horizon 2020*, Antalya.

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 4*(3), 43-67.

Eshach, H. (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools*. Dordrecht, The Netherlands.

Eymiroğlu, F. (2019). *Bilim fuarlarının fen öğrenme becerisi ve fen motivasyonu üzerine etkisi bakımından incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.

Fer, S. (2005, Aralık). *Cumhuriyet dönemi ilköğretim programı üzerine bir değerlendirme* [Bildiri sunumu]. Cumhuriyet Dönemi Eğitim Politikaları Sempozyumu, İstanbul.

Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). *Design-based science and student learning. Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 1081-1110.

Fortus, D., Krajcik, J. S., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education, 27*(7), 855-879.

Fortus, D., Krajcik, J. S., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education, 27*(7), 855-879.

Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi, 3*(1), 25-40.

Hacıoğlu, Y., (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartin Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi, 5*(3), 807.

Harman, G., & Yenikalaycı, N. (2021). STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 53*(53), 206-226.

Henkoğlu, H. Ş., Mahiroğlu, A., & Keser, H. (2015). Ortaokul öğrencilerinin bilgiye erişim aracı olarak İnternete yaklaşımları: Betimleyici bir çalışma. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry, 6*(1), 72-110.

Hirsch, L. S., Carpinelli, J. D., Kimmel, H., Rockland, R., & Bloom, J. (2007, October). The differential effects of pre-engineering curricula on middle school students' attitudes to and knowledge of engineering careers. In *2007 37th Annual Frontiers in Education Conference-Global Engineering: Knowledge without Borders, Opportunities without Passports* (pp. S2B-17). IEEE.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Publications Paper

İpekoğlu Yetgin, H. N. (2021). *Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının ilkokul 3. sınıftaki normal ve özel yetenekli öğrencilerin tasarım ve problem çözme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.

Kavak, N., Tufan, Y., & Demirelli, H. (2006). Fen teknoloji okuryazarlığı ve informal fen eğitimi gazetelerin potansiyel rolü. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26*(3), 17-28.

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International, 25*(3), 246-258.

Kılıç, F. (2019). *4. sınıflarda tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları* [Yayımlanmamış yüksek isans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.

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* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kafkas Üniversitesi.

Kolodner, J. L., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar S., & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middleschool science classroom: *Putting learning by design(tm) into practice. Journal of the Learning Sciences, 12*(4), 495-547.

Kolodner, JL (2002). Tasarım uygulamalarının öğrenilmesini kolaylaştırmak: Fen eğitimine yönelik bir araştırmadan öğrenilen dersler. *Endüstri Öğretmenliği Eğitimi Dergisi, 39* (3), 9-40.

Korur, F., Efe, G., Erdogan, F., & Tunç, B. (2017). Effects of toy crane design-based learning on simple machines. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(2), 251-271.

Kurtoğlu, S., & Baydere, F. K. (2021). "Diş çürüklerini önleyici" isimli stem etkinliği hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, *10*(2), 481-509.

Küpeli, M. A. (2020). *Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin çevresel farkındalık, girişimcilik algı ve becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.

Lippard, C., Lamm, M. H., Tank, K. M., & Choi, J. Y. (2019). Pre-engineering thinking and the engineering habits of mind in preschool classroom. *Early Childhood Education Journal*, *47*(2), 187-198.

Mangold, J., & Robinson, S. (2013, June). *The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*. In 2013 ASEE Annual Conference & Exposition (pp. 23-1196).

Marulcu, I. (2010). *Investigating the impact of a LEGO™-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Boston College.

Marulcu, I., & Barnett, M. (2015). Impact of an engineering design-based curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders content learning of simple machines. *Research in Science & Technological Education*, *34*(1), 85-104.

Marulcu, İ., & 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.

Mehalik, MM, Doppelt, Y., & Schuun, CD (2008). Tasarım temelli öğrenmeye karşı yazılı sorgulama yoluyla ortaokul bilimi: Daha iyi genel bilim kavramı öğrenimi ve eşitlik açığının azaltılması. *Mühendislik eğitimi dergisi, 97(*1), 71-85.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. 21 Temmuz 2022 tarihinde https://ridvansoydemir.com/2005-fen-ve-teknoloji-ogretim-programi/ adresinden edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. 17 Aralık 2020 tarihinde https://ridvansoydemir.com/2013-fen-bilimleri-ogretim-programi/ adresinden edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. 1 Ağustos tarihinde http://mufredat.meb.gov.tr/ adresinden edinilmiştir.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.

Morrison, J. (2008). Elementary preservice teachers' use of science notebooks. *Journal of Elementary Science Education, 20*(2), 13-21.

Myers, B. E., Washburn, S. G., & Dyer, J. E. (2004). Assessing agriculture teachers' capacity for teaching science integrated process skills. *Journal of Southern Agricultural Education Research, 54*(1), 74-85.

Myers, B. E., Washburn, S. G., & Dyer, J. E. (2004). Assessing agriculture teachers' capacity for teaching science integrated process skills. *Journal of Southern Agricultural Education Research, 54*(1), 74-85.

National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2015. Let It Glide: Facilitation Guide. https://www. google. com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/EDC02_Let_It_Glide_Facilitator_Presentation_FINAL.pdf&ved=2ahUKEwj7vdDB3br5AhVWQvEDHfu7Ag0QFnoECBkQAQ&usg=AOvVaw1XtFDWcmRwtK91t7aLASMH

Nesbit, C. R., Hargrove, T. Y., Harrelson, L., & Maxey, B. (2004). Implementing science notebooks primary grades. *Science Activities, 40*(4), 21-29.

Özer İ., & Canbazoğlu Bilici, S. (2021). Mühendislik tasarım temelli algodoo etkinliklerinin öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 36*(2), 301.

Özkızılcık, M., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve fetemm öğretimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *33*(1), 177-204.

Özkul, H., & Özden, M. (2020). Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM meslek ilgilerine etkisinin incelenmesi: bir karma yöntem araştırması. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, *45*(204), 41-63.

Özlen, S. (2019). *Sekizinci sınıf düzeyinde basit makineler konusunda tasarım temelli STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Özmen, H. (2015). Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları.S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi.* Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Pekbay, C. (2017). Fen teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Punch, K. F. (2013). *Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches.* Sage.

Roth, WM (2001). Teknolojik tasarım yoluyla bilimi öğrenmek. Journal of Research in Science Teaching: *The National Association for Research in Science Teaching, 38*(7), 768-790.

Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C., & Shavelson, R. J. (2004). Evaluating students' science notebooks as an assessment tool. *International Journal of Science Education, 26*(12), 1477-1506.

Ryan, M., Camp, P., & Crismond, D. (2001). *Design rules of thumb: Connecting science and design*. In Annual Meeting of American Educational Research Association, Seattle, WA.

Saat, R. M. (2004). The acquisition of integrated science process skills in a webbased learning environment. *Research in Science ve Technological Education, 22*(1). 23-40

Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences 9*(3). 299–327.

Sarı, K., & Katrancı, M. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Primary Education, 5*(2), 119-132.

Sarı, U., Alıcı, M. & Şen, Ö. F. (2018). The effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 22*(1), 1-21.

Satar, C. (2021). *Tasarım temelli fen öğretiminin ortaokul 5. sınıf kullanıcılarının ilgileri, motivasyonları ve akademik başarılarına etkisi: Güneş, Dünya ve Ay* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.

Savran Gencer, A. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED), 5*(1), 1-19.

Semerci, N., & Yelken, T. Y. (2010). İlköğretim Programlarındaki Ortak Temel Becerilere İlişkin Öğretmen Görüşleri (Elazığ İli Örneği). *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 8*(2), 47-54.

Seyrek, A., Türker, S., Bozkaya, T. & Üçüncü, Z. (2019). *7.sınıf fen bilimleri ders kitabı*. Tutku Yayıncılık.

Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction*. Hofstra University.

Subaşı, Y. (2022). *Tasarım temelli fen eğitiminin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, mühendislik bilgi düzeylerine, teknoloji algılarına ve teknolojik problem çözme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış oktora tezi]. Marmara Üniversitesi.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(3), 373–394.

Sungur Gül, K., & Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 9*(2), 761-786.

Sülün, A., & Balkı, N. (2008). Türkiye'de fen ve teknoloji eğitimi ve kültür. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, *1*(1), 85-98.

Sülün, A., & Balkı, N. (2008). Türkiye'de fen ve teknoloji eğitimi ve kültür. *Erzincan University Journal of Science and Technology, 1*(1), 85-98.

Şahin, C. V., & Şahin, F. (2020). Bilim ve mühendislik uygulamalarının okulöncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, *5*(2), 285-303.

Şenler, B. (2014). Turkish Adaptation of the Competence Scale for Learning Science: Validity and Reliability Study/Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği'nin Türkçe Uyarlaması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, *10*(2), 393-407.

Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education 10*(3), 654-679

Tan, M. & Temiz, K. B. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *13*(13), 89-101.

Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(13), 97-109.

Tarhan M. & Gülmez A. (2021). Girişimcilik becerisinin kazandırılmasında proje tabanlı öğrenme yaklaşımı: Japonya örneği. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi (UEAD), 5*(1), 175-188.

Tarhan, M., & Gülmez, A. (2021). Girişimcilik becerisinin kazandırılmasında proje tabanlı öğrenme yaklaşımı: Japonya örneği. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, *5*(1), 175-188.

Tas, Y., Aksoy, G., & Cengiz, E. (2019). Effectiveness of design-based science on students' learning in electrical energy and metacognitive self-regulation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(6), 1109-1128.

Taşçı, M. (2019). *Tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, stem tutum ve algılarına etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Taşkın, G. ve Aksoy, G., (2019). *Tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili çalışmaların incelenmesi ve programa yansıması* [Proceedings Book,132-139]. International Symposıum on Active Learning, Adana.

Tepebağ, D., & Arnas, Y.A. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin okul bahçesini eğitsel amaçlı kullanımına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi, 2*(2), 50-67.

Tercan, İ., Sakarya, S., & Çoklar, A.N. (2011). İlköğretim öğrencilerinin interneti ve arama motorlarını kullanım durumları. *Education Sciences, 7*(1), 348-354.

Topalsan, A. K. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 186-219.

Topalsan, A.K. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 186-219.

Türk Dil Kurumu (2021). *Türk dil kurumu sözlüğü*. 20 Haziran 2021 tarihinde https://sozluk.gov.tr/ adresinden edinilmiştir.

Ural, E. ve Yolagiden, C. (2021). Öğretmen adaylarının fen öğrenme becerisi, fen okuryazarlığı ve sosyobilimsel konulara yönelik tutumları arasındaki ilişkinin araştırılması. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi, 5*(2), 557-577.

Uysal, E. (2018). *Tasarım temelli fetemm (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarınınbilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uşak Üniversitesi.

Uysal, E. (2018). *Tasarım temelli fetemm (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uşak Üniversitesi.

Uysal, E., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies, 7*(1), 60-81.

Uzel, L. (2019). *6. sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.

Uzun, N., & Keleş, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9*(20), 313-327.

Uzun, N., & Keleş, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9*(20), 313-327.

Ünlü, Z. K., & Özgür, Ş.E.N. (2018). 5. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki etkinliklerin bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım sürecine göre incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education, 8*(4), 185-197.

Vurucu Şahin, C. & Şahin, F. (2020). Erken çocukluk döneminde bilim ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi. *Journal of STEAM Education, 3*(1), 1-19.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development, 53*(4), 5-23.

Watkins, J., McCormick, M., Wendell, K. B., Spencer, K., Milto, E., Portsmore, M., & Hammer, D. (2018). Data-based conjectures for supporting responsive teaching in engineering design with elementary teachers. *Science Education, 102*(3), 548-570.

Wendell, K., Connolly, K., Wright, C., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010, June). Poster, Incorporating Engineering Design Into Elementary School Science Curricula. In *2010 Annual Conference & Exposition* (pp. 15-958).

Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International journal of environmental and science education, 7*(4), 501-522.

Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *34*(2), 249-265.

Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *34*(2), 249-265.

Yasak, M. T. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç konusu örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi.

Yavuz, Ü. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) etkinlikleri ile işlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. http://hdl.handle.net/11630/5490

Yenice, N., Saydam, G., & Telli, S. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(2), 231-247.

Yeşilyurt, E. (2009). İşbirliğine dayalı öğrenmenin öğrenci davranışları üzerindeki etkisine ilişkin öğrenci görüşleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *19*(2), 161-178.

Yıldırım, B. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının tasarım temelli öğrenmeye yönelik görüşleri. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 12*(24), 272-293.

Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39*(1), 63-90.

Yıldırım, M., Atila, M. E., Özmen, H., & Sözbilir, M. (2013). Science teacher candidates' views on the development of scientific process skills. *Mersin University Faculty of Education Journal, 9*(3), 27-40.

Yıldız, E. (2019). *Tasarım temelli fen öğretiminin 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve tutumuna etkisi: Basit elektrik devreleri ünitesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.

EKLER

EK 1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

Merhaba,

Alanım olan Fen Bilimleri dersinin tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülmesinin değerlendirilmesi amacıyla bir araştırma yapıyorum. Bu görüşmede amacım siz öğrencilerimin Fen Bilimleri dersimizi tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülmesine yönelik görüşlerini ortaya çıkartmaktır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ortaokul kademesinde öğrenim gören öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini ve fen öğrenme becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağını ümit ediyorum.

Bu görüşme kapsamında size toplam 18 soru yönelteceğim. Görüşme sürecindeki tüm konuşmalarımız gizli tutulacaktır. Görüşmemizin yaklaşık 20– 30 dakika süreceğini tahmin ediyorum.

Söylediklerimle ilgili sormak istediğiniz bir soru ya da görüşme esnasında anlamadığınız bir yer olduğunda lütfen söyleyin.

Öğrencinin Adı Soyadı : Fatma YILDIRIM

Tarih/Saat :

GÖRÜŞME SORULARI

1. Tasarım temelli fen eğitimini tanımlamanızı istesem hangi kelimeleri tercih edersiniz? Niçin bu kelimeleri tercih ettiğinizi sebepleriyle açıklayınız.

2. Tasarım Temelli fen eğitimi uygulamalarının mühendislik bilgisine katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?

3. Tasarım temelli fen eğitimi çalışma süreci ile mühendislerin çalışma süreci arası nasıl bir ilişki olduğunu düşünüyorsunuz? (Soruyu cevaplarken tasarım süreci boyunca kullandığınız tasarım aşamalarını dikkate alarak cevaplayabilirsiniz).

4. Tasarımlarımızı yaparken kullandığımız tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları dokümanı kılavuzunu ve bu kılavuzda yer alan istasyonları hatırlayalım.

a) Bu kılavuzların süreç içerisinde ne gibi etkileri oldu? Nasıl? Açıklayınız.

b) Şimdi ise bu aşamaları tek tek ele alarak aşamalarda neler yaptınızı, nasıl çalıştığınızı açıklayınız.

c) Bu aşamalarından en çok hangi aşamada zorluk yaşadınız? Bu zorluklar ne gibi zorluklardı, açıklayınız.

d) Bu aşamalarından en çok zevk aldınız aşama hangileriydi? Nedenleri ile beraber açıklayınız.

5. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde yaşadığınız zorluklar nelerdi? Bu zorlukların nelerden kaynaklandığını açıklayınız.

6. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin size katkıları neler olmuştur? Tasarım Temelli fen eğitimi uygulama süreci sizde ne tür becerilerin gelişmesine katkı sağladı? Nasıl açıklayınız.

7. Tasarım Temelli fen eğitimi uygulama sürecinin bilimsel süreç becerilerinizin gelişmesine yönelik etkilerini değerlendiriniz? (Öğrencilere bilimsel süreç becerilerinin alt boyutlarının ne olduğu hatırlatılır.)

8. Süreçte tasarımlarınızı yaparken kullandığınız tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları dokümanı kılavuzunda yer alan istasyonları tek tek ele alarak;

a) Her bir aşamada hangi bilimsel süreç becerisini kullandığınızı,

b) Her bir aşamanın hangi bilimsel süreç becerisi ile benzerlik gösterdiğini düşünüyorsunuz, nedenleri ile açıklayınız.

9. Bilim uygulamaları dersimizi tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarını dikkate alarak işledik. Dersimizi bu uygulama ile işlemimizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu durum derse karşı bakış açınızı, derse ilginizi ne yönde ve nasıl etkiledi? Duygu ve düşüncelerinizi ifade ediniz.

10. Tasarım Temelli fen eğitimi uygulamalarının;

a) Yeni nesil soruları çözme becerinizi

b) işlenilen konuyu anlamada ve bu konuları günlük hayatta kullanabilme becerilerinizi nasıl ve ne yönde etkilediğini açıklayınız.

11. Günlük hayatta karşı karşıya kaldığınız problemlere çözüm üretme noktasında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ne gibi etkilerinin olacağını düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

12. Tasarım temeli fen eğitimi uygulamaları ile küçük tasarımlar yaptınız. İlerleyen yıllar içerisinde daha gelişmiş tasarımlar yapabileceğinizi düşünüyor musunuz?

a) Düşünüyorsanız sizi bu noktada tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları nasıl etkiledi?

13. Ortamı, şartları göz önünde bulundurarak bilim uygulamaları dersinde işlediğimiz tasarım temeli fen eğitim uygulamalarının işlevselliğini arttırmak ve süreci daha kolay hale getirmek için önerileriniz nelerdir?

14. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama süreci boyunca gözlem yoluyla anlayamadıklarınızı nasıl anlamaya çalıştınız?

15. Problemi daha iyi anlamak, açıklamak, problem için bilgi vermek ve çözüm yolu bulmak için neler yaptınız?

16. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde elde ettiğiniz verileri nasıl kaydettiniz?

17. Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, grup çalışması içerisinde bulunduğunuzda, grup arkadaşlarınız tarafından anlaşılmayan ifadeleri anlaşılır hale getirmek için nasıl davranışlar sergilediniz?

18. Tasarım temelli fen eğitim uygulamaları, arkadaşlarınız ile olan grup çalışmalarınızı ne yönde ve nasıl etkiledi? Açıklayınız.

19. Grup çalışması sırasında yaptığınız fikir alışverişi ve paylaşımların süreç boyuncan nasıl avantaj ve dezavantajları olmuştur? Açıklayınız.

EK 2. Tasarım Temelli Fen Eğitimi Uygulamaları Kılavuz Dokümanları (TTFÖKD)

TASARIM TEMELLİ FEN EĞİTİMİ UYGULAMALARI KILAVUZU 1



1. İSTASYON

Problemin Belirlenmesi- Sorunun Araştırılması- Çözümün Tartışılması

Büyük Tasarım Görevi: Isı ve Biyolojik Gübre retimi



LGS 'den çıkan 8. sınıf öğrencileri, öğretmenleri ile beraber bir kamp yapmaya karar verirler. Kamp yapacakları bölge gece gündüz bol rüzgar alan bir bölgedir. Getirmiş oldukları çadırlar bölge çok rüzgarlı olduğu için rüzgara karşı dayanıksız kalmıştır. Diğer taraftan güneş batmaya başlayınca hava kararmaya başlamıştır. Bu durum öğrenci ve öğretmenleri tedirgin etmiştir. Öğrenciler ve öğretmenler

- Verilen tasarım görevini inceleyiniz.
- İncelediğiniz tasarım görevinde hissettiğiniz, değişmesini, gelişmesini istediğiniz problemi belirleyiniz.
- Bu problem belirlenirken; birden fazla çözüm yolu olmasına, günlük hayatta karşılaşılan nesneleri, araçları geliştirmeye yönelik olmasına, dersimizde işlediğimiz konular ile alakalı olmasına dikkat ediniz.
- Aşağıda yer alan soruları ve tabloyu dikkate alarak problem durumu ile ilgili, neleri bilmeniz gerektiği, neye ihtiyacınızın olduğu, nasıl bir yol izleneceği gibi araştırmanız gereken tüm unsurları yazınız. 5N1K tablosunda ve K-W-L tablosunda yer alan soruları cevaplamanız size yardımcı olacaktır.

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Probleminiz nedir?

……
……
……
……
……
……....

Bu problemi neden seçtiniz?

……
……
……
……

……
…….....

Bu problem neden önemlidir?

……
……
……

- **Problemin çözümü için oluşturulacak olan ürün tasarımının sahip olması gereken özellikleri (kriterler) ve ürünün tasarlanmasının önünde bulunan olası engelleri (sınırlılıkları) aşağıdaki tabloya not ediniz.**

Kriterler	Sınırlılıklar
……..	……..
……	……
……	……
……	…….

(Bu kriterler ve sınırlılıklar çözüm önerilerinden en uygun, ekonomik olan çözüm önerisini seçerken kullanılacaktır)

- Problem ile ilgili araştırma yapmadan önce, problem hakkında daha önce neler bildiğinizi, neler öğrenmek istediğinizi ve araştırmaların sonucunda neler öğrendiklerinizi aşağıda yer alan tabloya not alınız. (Araştırma yaparken 5N 1K tablosunda yer alan sorulardan yardım alabilirsiniz.

Neler Biliyorum	Neler Öğrenmek İstiyorum	Neler Öğrendim
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……..	……	……..
……..	……	……
……	……..	……..

- Problemin ile ilgili sorular oluşturunuz ve bu sorular doğrultusunda araştırmalar yapınız.

SORULAR	AÇIKLAMALAR
NE?	……..
NEDEN?	……..
NASIL?	……..
NEREDE?	……..
NE ZAMAN?	……..
KİM?	……..

2. İSTASYON

Çözüm Önerisi Üretme:

- 1. İstasyonda belirlediğiniz problemin çözümüne yönelik çözüm önerileri hayal edip belirleyiniz.
- Belirlemiş olduğunuz çözüm önerilerinzi 1. istasyonda geçen kriterler ve sınırlılıklar bakımından karşılaştırınız.
- Çözüm önerilerinden kriterlere en iyi cevap olanı şeçiniz.
- Aşağıda yer alan tabloya çözüm önerilerinizi not ediniz.

Öneri Sayısı	Çözüm Önerilerim:
1. çözüm önerisi	……
2. çözüm önerisi	……
3. çözüm önerisi	……
4. çözüm önerisi	……

SONUÇ: (Seçmiş olduğunuz öneriyi sebepleri ile beraber belirtiniz.) ……
……

3. İSTASYON

Ürün Tasarlama ve Sunma

- Yapacağınız tasarımın genel özelliklerini belirleyiniz. Aşağıdaki alanı tasarınızın amacı, boyutları, ne için tasarlandığı, nerede kullanılacağı ve dış görünüşü hakkında bilgilere yer vererek doldurunuz.

Tasarımın Genel Özellikleri:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Genel özelliklerini belirlediğiniz tasarım önerinizin iki boyutlu çizimini aşağıdaki boşluğa yapınız.

Ürün Taslağının çizimi

- Çiziminiz yaptıktan sonra tasarımızı yapmak için araştırmalar yapınız. Benzer yapılmış olan tasarımları inceleyebilirsiniz. Araştırmalar sonucunda elde ettiğiniz bilgileri not alıp, yorumlayarak tasarımlarınızı geliştirme yoluna gidiniz. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz notları aşağıya not alınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Tasarımlarınızı yaparken okulda arkadaşlarınızla beraber yapmaya özen gösteriniz.
- Tasarımlarınızı gerçekleştirirken yapmış olduğunuz işlem basamaklarını aşağıdaki boşluğa yazıp arkadaşlarınız ile sözlü olarak paylaşınız.

İşlem Basamakları

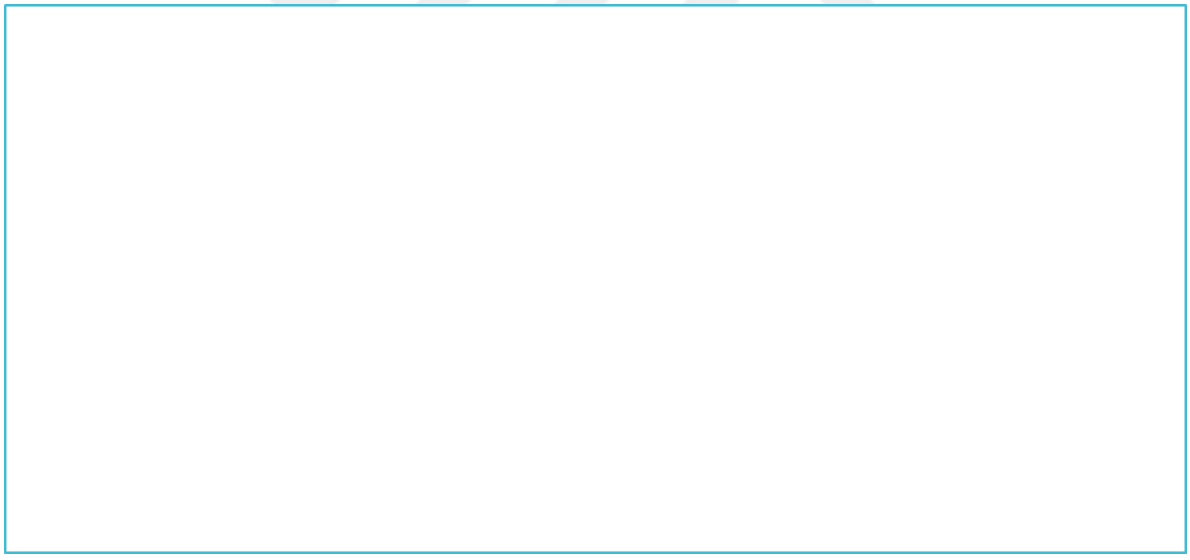
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Tüm bu geçtiğiniz aşamalardan sonra artık ürününüzü yapabilirsiniz. Bu aşamada denemeler yaparak elde ettiğiniz verileri tablo ve grafik olarak ifade ediniz.

Grafik veya Tablo Alanı



- Yapmış olduğunuz denemeler ve gözlemler sonucunda değişikliğe gerek olup olmadığına karar veriniz. Yapmak istediğiniz değişiklerin neler olduğunu ayrıntılı bir şekilde tartışarak, yazarak veya çizim üzerinde göstererek ürün üzerinde uygulamaya geçiniz. Aşağıdaki boşluğu çizim ve not almak için kullanabilirsiniz.



4. İSTASYON

Ürün Tanıtma

- Tasarladığınız ürüne bir isim koyunuz.
- Ürününüzü sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

TASARIM TEMELLİ FEN EĞİTİMİ UYGULAMALARI KILAVUZU 2



1. İSTASYON

Problemin Belirlenmesi- Sorunun Araştırılması- Çözümün Tartışılması

Büyük Tasarım Görevi: Rüzgârdan Gelen Yardım



LGS ‘den çıkan 8. sınıf öğrencileri, öğretmenleri ile beraber bir kamp yapmaya karar verirler. Kamp yapacakları bölge gece gündüz bol rüzgâr alan bir bölgedir. Burada kalabilmek adına elektrik üretmeleri gerekmektedir. Öğrenciler ve öğretmenler elektrik enerji üretilmesi adına sizden yardım beklemektedir.

- Verilen tasarım görevini inceleyiniz.
- İncelediğiniz tasarım görevinde hissettiğiniz, değişmesini, gelişmesini istediğiniz problemi belirleyiniz.
- Bu problem belirlenirken; birden fazla çözüm yolu olmasına, günlük hayatta karşılaşılan nesneleri, araçları geliştirmeye yönelik olmasına, dersimizde işlediğimiz konular ile alakalı olmasına dikkat ediniz.
- Aşağıda yer alan soruları ve tabloyu dikkate alarak problem durumu ile ilgili, neleri bilmeniz gerektiği, neye ihtiyacınızın olduğu, nasıl bir yol izleneceği gibi araştırmanız gereken tüm unsurları yazınız. 5N1K tablosunda ve K-W-L tablosunda yer alan soruları cevaplamanız size yardımcı olacaktır.

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Probleminiz nedir?

……

……

……

Bu problemi neden seçtiniz?

……
……

Bu problem neden önemlidir?

……
……

- **Problemin çözümü için oluşturulacak olan ürün tasarımının sahip olması gereken özellikleri (kriterler) ve ürünün tasarlanmasının önünde bulunan olası engelleri (sınırlılıkları) aşağıdaki tabloya not ediniz**

Kriterler	Sınırlılıklar
……..	……..
……	……
……	……

(Bu kriterler ve sınırlılıklar çözüm önerilerinden en uygun, ekonomik olan çözüm önerisini seçerken kullanılacaktır)

- Problem ile ilgili araştırma yapmadan önce, problem hakkında daha önce neler bildiğinizi, neler öğrenmek istediğinizi ve araştırmaların sonucunda neler öğrendiklerinizi aşağıda yer alan tabloya not alınız. (Araştırma yaparken 5N 1K tablosunda yer alan sorulardan yardım alabilirsiniz.)

Neler Biliyorum	Neler Öğrenmek İstiyorum	Neler Öğrendim
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……

- Problemin ile ilgili sorular oluşturunuz ve bu sorular doğrultusunda araştırmalar yapınız.

SORULAR	AÇIKLAMALAR
NE?	……..
NEDEN?	……..
NASIL?	……..
NEREDE?	……..
NE ZAMAN?	……..
KİM?	……..

2. İSTASYON

Çözüm Önerisi Üretme:

- 1. İstasyonda belirlediğiniz problemin çözümüne yönelik çözüm önerileri hayal edip belirleyiniz.
- Belirlemiş olduğunuz çözüm önerilerinzi 1. istasyonda geçen kriterler ve sınırlılıklar bakımından karşılaştırınız.
- Çözüm önerilerinden kriterlere en iyi cevap olanı şeçiniz.
- Aşağıda yer alan tabloya çözüm önerilerinizi not ediniz.

Öneri Sayısı	Çözüm Önerilerim:
1. çözüm önerisi	…… ……..
2. çözüm önerisi	…… ……..
3. çözüm önerisi	…… ……..
4. çözüm önerisi	…… ……..

SONUÇ: (Seçmiş olduğunuz öneriyi sebepleri ile beraber belirtiniz.)

……

……

3. İSTASYON

Ürün Tasarlama ve Sunma

- Yapacağınız tasarımın genel özelliklerini belirleyiniz. Aşağıdaki alanı tasarınızın amacı, boyutları, ne için tasarlandığı, nerede kullanılacağı ve dış görünüşü hakkında bilgilere yer vererek doldurunuz.

Tasarımın Genel Özellikleri:

……
……
……
……
……
……

- Genel özelliklerini belirlediğiniz tasarım önerinizin iki boyutlu çizimini aşağıdaki boşluğa yapınız.

Ürün Taslağının çizimi

- Çiziminiz yaptıktan sonra tasarımızı yapmak için araştırmalar yapınız. Benzer yapılmış olan tasarımları inceleyebilirsiniz. Araştırmalar sonucunda elde ettiğiniz bilgileri not alıp, yorumlayarak tasarımlarınızı geliştirme yoluna gidiniz. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz notları aşağıya not alınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Tasarımlarınızı yaparken okulda arkadaşlarınızla beraber yapmaya özen gösteriniz.
- Tasarımlarınızı gerçekleştirirken yapmış olduğunuz işlem basamaklarını aşağıdaki boşluğa yazıp arkadaşlarınız ile sözlü olarak paylaşınız.

İşlem Basamakları

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Tüm bu geçtiğiniz aşamalardan sonra artık ürününüzü yapabilirsiniz. Bu aşamada denemeler yaparak elde ettiğiniz verileri tablo ve grafik olarak ifade ediniz.

Grafik veya Tablo Alanı



- Yapmış olduğunuz denemeler ve gözlemler sonucunda değişikliğe gerek olup olmadığına karar veriniz. Yapmak istediğiniz değişiklerin neler olduğunu ayrıntılı bir şekilde tartışarak, yazarak veya çizim üzerinde göstererek ürün üzerinde uygulamaya geçiniz. Aşağıdaki boşluğu çizim ve not almak için kullanabilirsiniz.



4. İSTASYON

Ürün Tanıtma

- Tasarladığınız ürüne bir isim koyunuz.
- Ürününüzü sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

EK 3. Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı

Aşamalar	1 (Hedeflenen düzeyin altında)	2 (Hedeflenen düzeyde)	3 (Hedeflenen düzeyin üzerinde)
İhtiyacın ya da problemin belirlenmesi	İhtiyaç ya da problemi gerekli detay ve açıklık olmadan ifade eder. Kriter ve sınırlılıkların tanımlanmasında başarısızdır.	İhtiyaç ya da problemi açıkça ifade eder. Kriter ve sınırlılıkların çoğunu tanımlar.	İhtiyaç ya da problemi eksiksiz olarak ifade eder. Kriter ve sınırlılıklarının tamamını tanımlar.
İhtiyaç ya da problemin araştırılması	İhtiyaç ya da problem iyi araştırılmamış ve çözümlerin geliştirilmesinde yardımcı olamayacaktır.	İhtiyaç ya da problem yeterince araştırılmış ve çözümlerin geliştirilmesinde yardımcı olabilir.	İhtiyaç ya da problem ayrıntılarıyla araştırılmış ve çözümlerin geliştirilmesinde doğrudan yönlendirebilir.
Olası çözümler geliştirme	Akla yatkın olmayan fikirler ortaya koyarveya herhangi bir fikri yoktur. Tamamlanmamış çizimler üretir. Fikirler ve çizimler bir kavramı göstermemektedir.	Akla yatkın bir fikir ortaya koyar. Tasarım yapılan kavramları kısmen doğru olacak Şekilde çizimlerle gösterebilmektedir.	Birden fazla akla yatkın çözüm ortaya koyar. Tasarım yapılan kavramları kısmen doğru bir şekilde çizimlerle gösterebilmektedir.
En iyi çözümü (leri) seçme	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini yeterince analiz edemez. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarına dayalı bir çözüm seçemez.	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini kısmen analiz eder. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarını kısmen değerlendirerek bir çözüm seçer.	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini ayrıntılarıyla analiz eder. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarını tüm yönleri ile değerlendirerek parlak bir çözüm seçer.
Prototipi yapılandırma	Prototip, görevin kriterlerini sınırlı ölçüde karşılar.	Prototip, görevin kriterlerini karşılar.	Prototip, görevin kriterlerini net ve detaylı bir şekilde karşılar.
Çözüm (leri) test etme ve değerlendirme	Veriler doğru bir şekilde kaydedilmemiş ya da prototipin performansını yansıtmamaktadır.	Veriler doğru olarak kaydedilmiş ve prototipin performansını yansıtmaktadır.	Veriler doğru olarak kaydedilmiş ve prototipin performansını yansıtmaktadır. Veriler yeniden tasarlama sürecinde açık bir biçimde yol göstericidir.
Çözüm(leri) sunma	Test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmamış ve nasıl gelişim göstereceği paylaşılmamıştır.	Ya test sonuçları doğru birşekilde raporlaştırılmamış ya da nasıl gelişim göstereceği paylaşılmamıştır.	Test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmış ve nasıl gelişimgöstereceği paylaşılmıştır.
Yeniden tasarlama	Tasarımı geliştirme, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına dayanmamaktadır.	Tasarımı geliştirme, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına dayanmaktadır.	Tasarımda, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına göre önemli iyileştirmeler yapılmıştır.

Ek 4. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği

EÇ BECERİLERİ ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıdaki test ile elde edilecek veriler yüksek lisans tez kapsamında değerlendirilecek olup yalnızca bilimsel amaçlı kullanılacaktır. Bu ölçekte yer alan sorulara gerçek ve samimi cevaplar vermeniz, araştırmanın geçerli ve güvenilir sonuçlar üretmesi açısından son derece önemlidir. Lütfen yanıtsız soru bırakmayınız. Araştırmaya vermiş olduğunuz destekten dolayı teşekkür ederim.

Fatma YILDIRIM

ADINIZ:

SOYADINIZ:

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sadece gözlem sonucunu yansıtmaktadır?

A) Bitkiler büyümüş, iyi sulanmış olmalı

B) Heykel, altından yapılmış gibi görünüyor.

C) Duvardaki tablo dikdörtgendir.

D) Binanın duvarlarında çatlaklar var, depremden olmalı.

2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sadece gözlem sonucuna dayalı olarak oluşturulmuştur.

A) Metal kırmızı, sıcak olmalı

B) Akvaryumdaki balıklar turuncu renkli ve benekli.

C) Araba kaza yapmmış, yoldaki buzdan olmalı.

D) Ev ahşaptan yapılmış gibi görünüyor.

3. Aşağıda verilen malzemeleri iki grupta sınıflandırmanız isteniyor, . Bu sınıflandırmayı doğru olarak yapabilmek için aşağıdaki seçeneklerden hangisi en uygundur?

Süt, sabun, zeytinyağı, peynir, su, buz, meyve suyu, ceviz, elma, ıspanak, zeytin

A) Süt ürünleri ve meyveler

B) Katılar ve sıvılar

C) Meyveler ve sebzeler

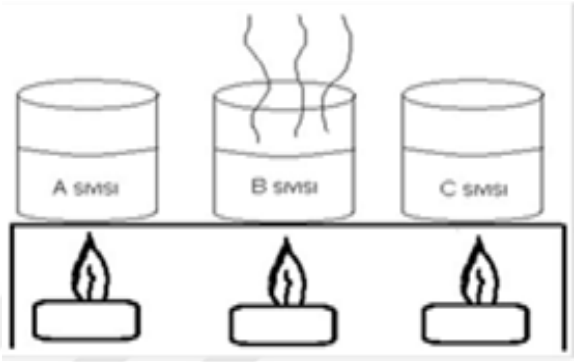
D) Süt ürünleri ve sebzeler

4. Yanda bazı şekiller verilmiştir. Bu şekillerin tümünü göz önüne alarak nasıl bir sınıflandırma yapabilirsiniz?



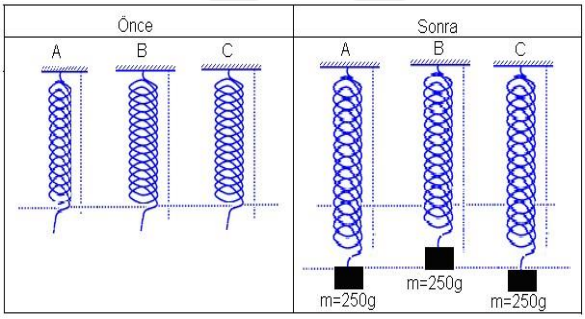
A) Üçgen ve dikdörtgen şekiller
B) Kare ve yuvarlak şekiller
C) Dikdörtgen ve yuvarlak şekiller
D) Büyük ve küçük şekiller

5. Yandaki şekilde özdeş kaplar içinde aynı hacme sahip üç sıvı bulunmaktadır. Bu sıvılar, özdeş ocaklarla aynı sürede ısıtılmaktadır. Belli bir süre sonra B sıvısının kaynadığı gözlenmiş ve derhal deney sonlandırılmıştır. Bu verilere dayalı olarak aşağıdaki çıkarımlardan hangisini yapabilirsiniz?



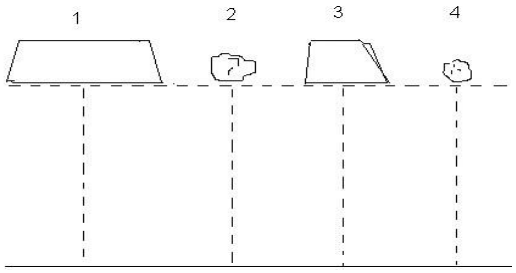
A) A ve B sıvıları aynıdır, çünkü B sıvısının kaynaması önemli değildir.
B) A ve C sıvıları aynıdır, çünkü B sıvısı kaynadığı anda ikisi de kaynamamıştır.
C) B ve C sıvıları aynı değildir, çünkü B sıvısı kaynamamıştır.
D) A, B ve C sıvıları aynıdır, çünkü kaynama önemli değildir.

6. Yandaki şekilde görüldüğü gibi aynı boya sahip üç yaya 250 gramlık kütleler asılmıştır. A ve C yaylarının uzama miktarları aynıyken, B yayı daha az uzamıştır. Bu verilere dayalı olarak aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?



A) A ve B yayı özdeştir, çünkü farklı uzama miktarları önemli değildir.
B) A ve C yayı özdeştir, çünkü aynı uzama miktarlarına sahiptir.
C) B ve C yayı özdeş değildir, çünkü farklı uzama miktarlarına sahiptir.
D) Üç yayda özdeştir, çünkü uzama miktarları önemli değildir.

7. Dört adet özdeş kâğıda yandaki şekilde görüldüğü gibi farklı şekiller veriliyor. Kâğıtlar aynı yükseklikten ilk hızsız yere bırakılıyor. Kâğıtlardan hangisinin en önce yere düşeceğini tahmin ediyorsunuz? (Hava sürtünmesi vardır)

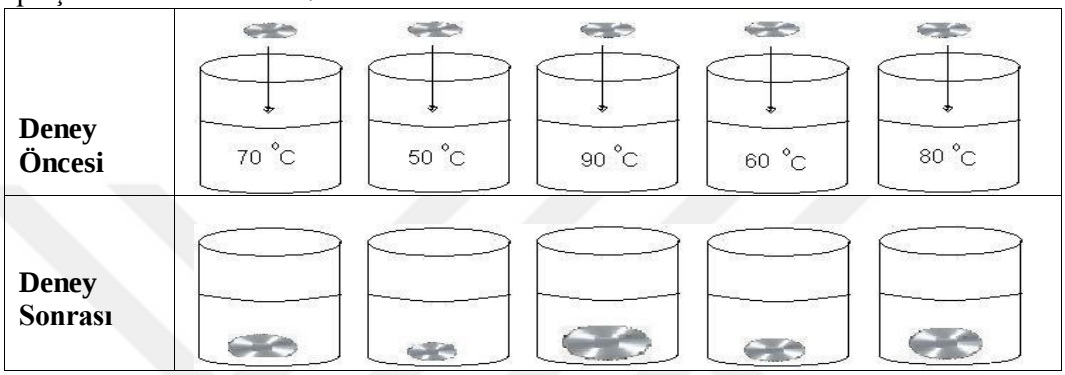


A) 1 **B)** 2 **C)** 3 **D)** 4

8) Merve bitkinin büyümesinde suyun etkisini araştırmaktadır. Özdeş iki saksı bitkisi alıp birine hiç su vermezken, diğerine haftada bir 100 ml su verir. Su haricindeki diğer tüm koşulları her iki bitki içinde aynı (özdeş) tutar. Merve birkaç hafta sonra gözlemlerine dayalı olarak deney raporunu oluşturur. Siz başka bir değişken eklemeksizin onun bu deneyi geliştirmesi için ne önerebilirsiniz?

A) Her iki bitkiye de daha çok besin vermek
B) Farklı iki çeşit saksı bitkisi ve onlara faklı miktarda su eklemek
C) Farklı miktarlarda suyun ekleneceği, daha fazla sayıda özdeş saksı bitkisi hazırlamak
D) Farklı miktarlarda suyun ekleneceği, faklı türden saksı bitkileri hazırlamak

9) Aynı miktar ve yoğunlukta ancak farklı sıcaklıklarda su içeren özdeş kapların içerisine özdeş demir parçaları bırakılmaktadır.



Yukarıdaki şekle bakarak nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

A) Özdeş demir parçalarınınn konulduğu suyun sıcaklığı arttıkça, demir parçalarınınn genleşme miktarı azalır.
B) Farklı demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı azaldıkça, demir parçalarının genleşme miktarı artar.
C) Özdeş demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı arttıkça, demir parçalarınınn genleşme miktarı artar.
D) Özdeş demir parçalarınnn konulduğu suyun yoğunluğu arttıkça, demir parçalarınınn genleşmesi azalır.

10) Aşağıdaki tabloda arabanın hızı, yakıt miktarı ve yakıta konan katkı maddesi miktarı verilmiştir. Bu verilere göre arabanın hızı ile yakıt miktarı arasında nasıl bir hipotez kurabilirsiniz?

Arabanın hızı (km/h)	70 km/h	40 km/h	60 km/h	50 km/h
Arabanın yakıt miktarı (lt)	5. 6 lt	6. 5 lt	5. 9 km/h	6. 2 km/h
Katkı maddesi (gr)	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr

A) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı artar.
B) Arabanın hızı artarsa, yakıt miktarı artar.
C) Arabanın hızı artarsa, yakıt miktarı azalır.
D) Arabanın motor hacmi artarsa yakıt miktarı artar.

11) Aşağıdaki tabloda arabanın hızı, yakıta konan katkı maddesi ve yakıt miktarı verilmiştir. Bu verilere göre yakıta konan katkı maddesi ile yakıt miktarı arasında nasıl bir hipotez kurabilirsiniz?

Arabanın hızı (km/h)	90 km/h	90 km/h	90 km/h	90 km/h
Katkı maddesi (gr)	200 gr	150 gr	250 gr	100 gr
Arabanın yakıt miktarı (lt)	5. 8 lt	5. 9 lt	5. 7 lt	6. 0 lt

A) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı azalır.
B) Arabanın hızı azalırsa, yakıt miktarı azalır.
C) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı artar.
D) Arabanın kütlesi artarsa, yakıt miktarı artar.

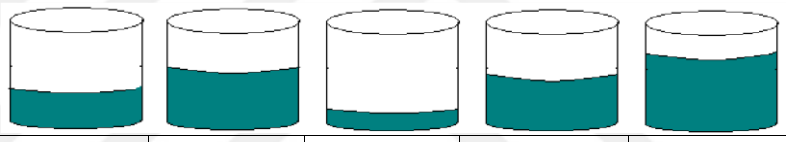
12)Oğulcan, bitkilerin büyümesinde ışığın etkisini araştırmak istiyor. Oğulcan'ın deney yaparken aşağıdaki yöntemlerden hangisini kullanması gerekir?

A) Farklı bitkiler almalı onlara faklı miktarda ışık vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.
B) Özdeş bitkiler almalı, onları karbondioksit oranı yüksek ortama koymalı ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.
C) Özdeş bitkiler almalı, onlara farklı miktarda ışık vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.
D) Farklı bitkiler almalı, onlara farklı miktarda su vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.

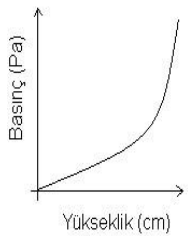
13) Ece, iletkenin cinsi ile iletkenin direnci arasındaki ilişkiyi araştırrmak istiyor. Bu problemine çözüm bulabilmek için nasıl bir deney yapmalıdır?

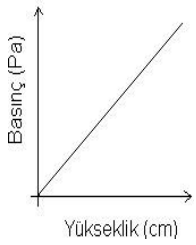
A) Özdeş iletkenler almalı ve farklı gerilimler vererek dirençleri ölçmeli.
B) Aynı kesit ve uzunlukta, farklı cinste iletkenler almalı ve aynı gerilim vererek dirençleri ölçmeli.
C) Aynı kesit ve uzunlukta, farklı cinste iletkenler almalı ve farklı gerilim vererek dirençleri ölçmeli.
D) Özdeş iletkenler almalı ve aynı gerilimi vererek dirençleri ölçmeli.

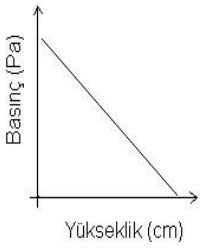
14) Melih sıvıların basıncı ile sıvı yüksekliği arasındaki ilişkiyii araştırmak için deney yapmıştır. Bir behere farklı yüksekliklerde özdeş sıvı eklemiş, her defasında sıvının basıncını ölçmüştür. Aşağıdaki tabloda deneyden elde edilen veriler görülmektedir.

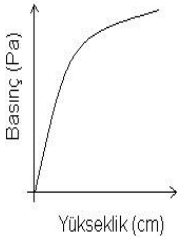
Özdeş beherler					
Yükseklik (cm)	4 cm	8 cm	2 cm	6 cm	10 cm
Basınç (Pa)	0, 4 Pa	0, 8 Pa	0, 2 Pa	0, 6 Pa	1 Pa

Tablodaki verilere göre sıvınınn basınç-yükseklik grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

A)


B)


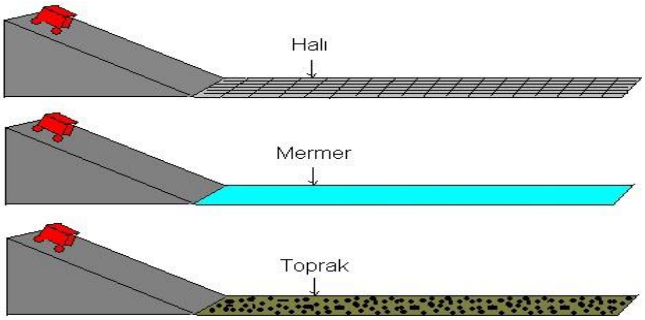
C)


D)


15. Handan, tuz miktarının suyun kaynama noktasına etkisini araştırrmak istiyor. Handan'a nasıl bir deney yapmasını önerirsiniz?

A) Özdeş kaplar alarak içine aynı hacme sahip su koymalı ve her birine farklı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.
B) Özdeş kaplar alarak içine farklı hacme sahip su koymalı ve her birine farklı miktarlarda tuz eklemelidir Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.
C) Özdeş kaplar alarak içine farkı hacme sahip su koymalı ve her birine aynı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.
D) Özdeş kaplar alarak içine aynı hacme sahip su koymalı ve her birine aynı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.

Senaryo: Burak, oyuncak arabanın aldığı yolda farklı zeminlerin etkisini araştırrmak için bir deney yapmıyor**.** Burak, deney düzeneğini hazırlarken, yandaki şekilde görülen özdeş eğik düzlemleri kullanmış ve eğik düzlemin hemen altına aynı en ve boya sahip üç farklı zemin (halı, mermer, toprak) yerleştirmiştir. Burak daha sonra farklı zeminlerde oyuncak arabanın aldığı yolu gözlemiştir.



16) Yukaradaki senaryoya göre, araştırmanın problemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Arabanın aldığı yolda farklı zeminlerin etkisi var midir?
B) Arabanın aldığı yolda zeminin etkisi var midir?
C) Arabanın aldığı yolda arabanın kütlesinin etkisi var midir?
D) Arabanın aldığı yolda arabanın hızının etkisi var midir?

17) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın hipotezi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Araba ne kadar ağır olursa, aldığı yol o kadar artar.
B) Araba ne kadar yüksekten bırakılırsa, aldığı yol artar.
C) Zeminin pürüzü arttıkça, arabanın aldığı yol azalır.
D) Arabanın hızı arttıkça, aldığı yol artar.

18) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın bağımlı değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Arabanın kütlesi
B) Arabanın hızı
C) Zeminin cinsi
D) Arabanın aldığı yol

19) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın bağımsız değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

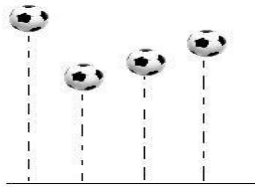
A) Arabanın kütlesi
B) Arabanın hızı
C) Zeminin cinsi
D) Arabanın aldığı yol

20) Yukarıdaki senaryoya göre araştırmanın kontrol değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

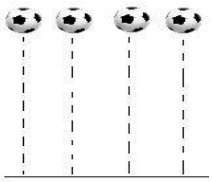
A) Yataydaki zeminin cinsi
B) Arabanın kütlesi
C) Arabanın aldığı yol
D) Arabanın yatay zemindeki ortalama hızı

21) Ahmet, topun zıplama yüksekliğinin, bırakıldığı yükseklikle ilişkisini araştırmak istiyor. Ahmet bu problemini cevaplayabilmek için aşağıdaki seçeneklerde verilen deney düzeneklerinden hangisini tercih etmelidir?

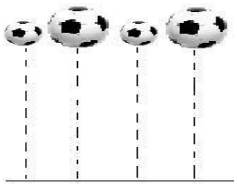
A)



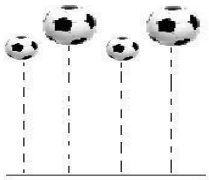
B)



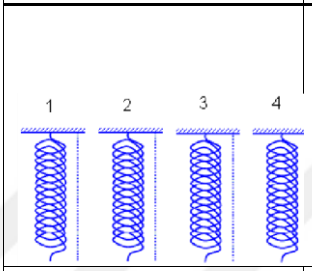
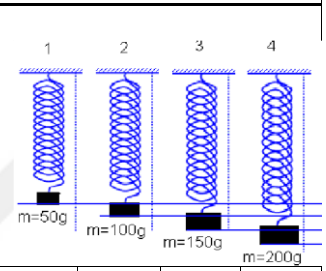
C)



D)



Araştırmanın konusu: Serkan, özdeş yaylara asılan farklı kütlelerin yayın uzama miktarı üzerindeki etkisini araştırmak. Bu amaçla yandaki şekilde görülen deney düzeneğini tasarlayarak araştırmasını yapmış elde ettiği verileri de tabloya kaydetmiştir..
(22, 23, 24, 25, 26 ve 27. Soruları yandaki şekle ve araştırmanın konusuna gore cevaplayınız.

Önce	**Sonra**
	

Yayın cinsi	Çelik	Çelik	Çelik	Çelik
Yaya asılan kütle	50 g	100 g	150 g	200 g
Yaydaki uzama miktarı	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm

22)
Yukarıdaki deneye göre, araştırmanın problemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yaya asılan kütle miktarı artarsa, yayın uzama miktarı artar mı?
B) Yayın boyu azalırsa, yayın uzama miktarı artar mı?
C) Yayın cinsi değişirse, yayın uzama miktarı değişir mi?
D) Yayın kalınlığı artarsa, yayın uzama miktarı azalır mı?

23) Yukarıdaki deneye gore, araştırmanın hipotezi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yayın kalınlığı artarsa, yayın uzama miktarı azalır.
B) Yayın boyu azalırsa, yayın uzama miktarı artar.
C) Yayın cinsi değişirse, yayın uzama miktarı değişir.
D) Yaya asılan kütle miktarı artarsa, yayın uzama miktarı artar.

24) Yukarıdaki deneye gore, araştırmanın bağımlı değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yayın cinsi
B) Yayın kütlesi
C) Asılan cismin kütlesi
D) Yayın uzama miktarı

25) Yukarıdaki deneye gore, araştırmanın bağımsız değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yayın cinsi
B) Yayın kütlesi
C) Asılan cismin kütlesi
D) Yayın uzama miktarı

26) Yukarıdaki deneyden elde edilen araştırma verilere göre bu araştırmadan nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

A) Yaya uygulanan kuvvet ile yayın uzama miktarı doğru orantılıdır.
B) Yaya uygulanan kuvvet ile yayın uzama miktarı ters orantılıdır.
C) Yayın kalınlığı ile yayın uzama miktarı doğru orantılıdır.
D) Yayın boyu ile yayın uzama miktarı doğru orantılıdır.

27) Yukarıdaki deneyden elde edilen araştırrma sonuçlarına göre yaya asılan kütle ile yaydaki uzama miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren yandakilerden hangisidir?

A)



B)



C)



D)



Ek 5. Fen Öğrenme Becersi Ölçeği

FEN ÖĞRENME BECERİSİ ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler,

Anket ile elde edilecek veriler yüksek lisans tez kapsamında değerlendirilecek olup yalnızca bilimsel amaçlı kullanılacaktır. Bu ölçekte yer alan sorulara gerçek ve samimi cevaplar vermeniz, araştırmanın geçerli ve güvenilir sonuçlar üretmesi açısından son derece önemlidir. Lütfen yanıtsız soru bırakmayınız. Araştırmaya vermiş olduğunuz destekten dolayı teşekkür ederim.

Fatma YILDIRIM

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Fen derslerinde...					
Gözlem yoluyla anlayamadıklarımı sorabilirim.					
Daha iyi anlamak için araştırma sorularına yönelik bilgi toplayabilirim.					
Sorulara uygun olası cevapları akıl yürüterek bulabilirim.					
Deney sonucunda ne tür verilerin toplanması gerektiğini söyleyebilirim.					
Araştırma sorusuna bağlı olarak uygun çalışma metodunu seçebilirim.					
Bir deneyi etkilemesi olası faktörleri göz önünde bulundurabilirim.					
Araştırma sorusuna uygun deney tasarlayabilirim.					
Fen derslerinde...					
Deney ile ilgili gözlem ve sonuçların kaydını dikkatlice yapabilirim					
Verileri açıklamak için grafik veya matematiksel işaretler kullanabilirim.					
Verileri toplamak için deneysel malzemeleri kullanabilirim.					
Deneysel işlem basamaklarını takip ederek deney yapabilirim.					
Deney sonucunda elde edilen verileri sınıflandırabilir veya karşılaştırabilirim.					
Deneysel verileri açıklamak için öğrendiğim bilimsel terimleri kullanabilirim.					
Deneysel verilerdeki matematiksel ilişkilere dayanarak sonuca varabilirim.					
Deney sonucuna dayanarak deneysel olayları veya doğa olaylarını açıklayan çıkarımlarda bulunabilirim.					
Fen derslerinde...					
Verileri açıklamak için grafik veya matematiksel işaretler kullanabilirim.					
Ham verileri kolaylıkla anlaşılabilecek forma getirip sunabilirim.					
Veriler arasındaki ilişkileri sözel veya yazılı olarak tanımlayabilirim.					

Veriler arasındaki ilişkileri grafikler veya matematiksel semboller yoluyla gösterebilirim.					
Soruları farklı bir bakış açısıyla değerlendirebilirim.					
İfade ettiğim şeyin ifade etmek istediğimle tutarlı olup olmadığını analiz edebilirim.					
Öğrenilen bilgilere dayanarak başkalarının sözel veya yazılı ifadelerinin doğru olup olmadığını değerlendirebilirim.					
Fen derslerinde...					
Gerçekler ile çıkarımlar arasında ayırım yapabilirim.					
Sınıf arkadaşlarımın anlaşılmayan ifadelerine ilişkin sorular sorabilirim.					
İfadeleri anlaşılır olmayan arkadaşlarımdan tekrar açıklama yapmasını isteyebilirim.					
Sınıf arkadaşlarım anlamadığı takdirde düşüncelerimi farklı şekillerde açıklayabilirim.					
Farklı görüşlerdeki benzerlik ve farklılıkları tartışma yoluyla bulabilirim.					
Sınıf arkadaşlarımın önerileri doğrultusunda düşüncelerimin birbiri ile çelişip çelişmediğini değerlendirebilirim.					
Sınıf arkadaşlarımın fikirleri doğrultusunda yanlış düşüncelerimi dUzeltebilirim.					
Tartışma yoluyla fikirlerimi sınıf arkadaşlarımla paylaşabilirim.					

Ek 6 İzinler

08.06.2020

Sayın Fatma YILDIRIM,

Türkçe'ye uyarlamış olduğum Fen Öğrenme Becerisi Ölçeği'ni çalışmanızda kullanabilirsiniz.

İyi çalışmalar,

Doç. Dr. Burcu ŞENLER PEHLİVAN
Muğla Sıtkı Koçman Ünivesitesi
Eğitim Fakültesi, Kötekli Yerleşkesi
48000 Menteşe-Muğla

Evrak Tarih ve Sayısı: 24/09/2020-E.100786

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu

Sayı : 55578142-050.01.04-E.100786 24/09/2020
Konu : Fatma Yıldırım

Sayın Doç. Dr. Esme HACIEMİNOĞLU

İlgi : 31/08/2020 tarihli ve 7070 sayılı yazınız.

İlgide kayıtlı yazınıza istinaden; Kurulumuzdan talep edilen Etik Onay belgesine ilişkin, Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulumuzun 18.09.2020 tarihli ve 180 sayılı kararı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Osman ERAVŞAR
Kurul Başkanı

Ek:
18.09.2020 tarih ve 180 sayılı Etik Kurul Kararı (1 Sayfa)

Adres:Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü Kampus / Antalya
Telefon:0 242 227 59 90 Faks0 242 227 59 90
e-Posta:duyur@akdeniz.edu.tr Elektronik Ağ:www.akdeniz.edu.tr
Bilgi için: Ali DİKİŞ
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni

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

Evrak Tarih ve Sayısı: 23/09/2020-100597

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
KURUL KARARI

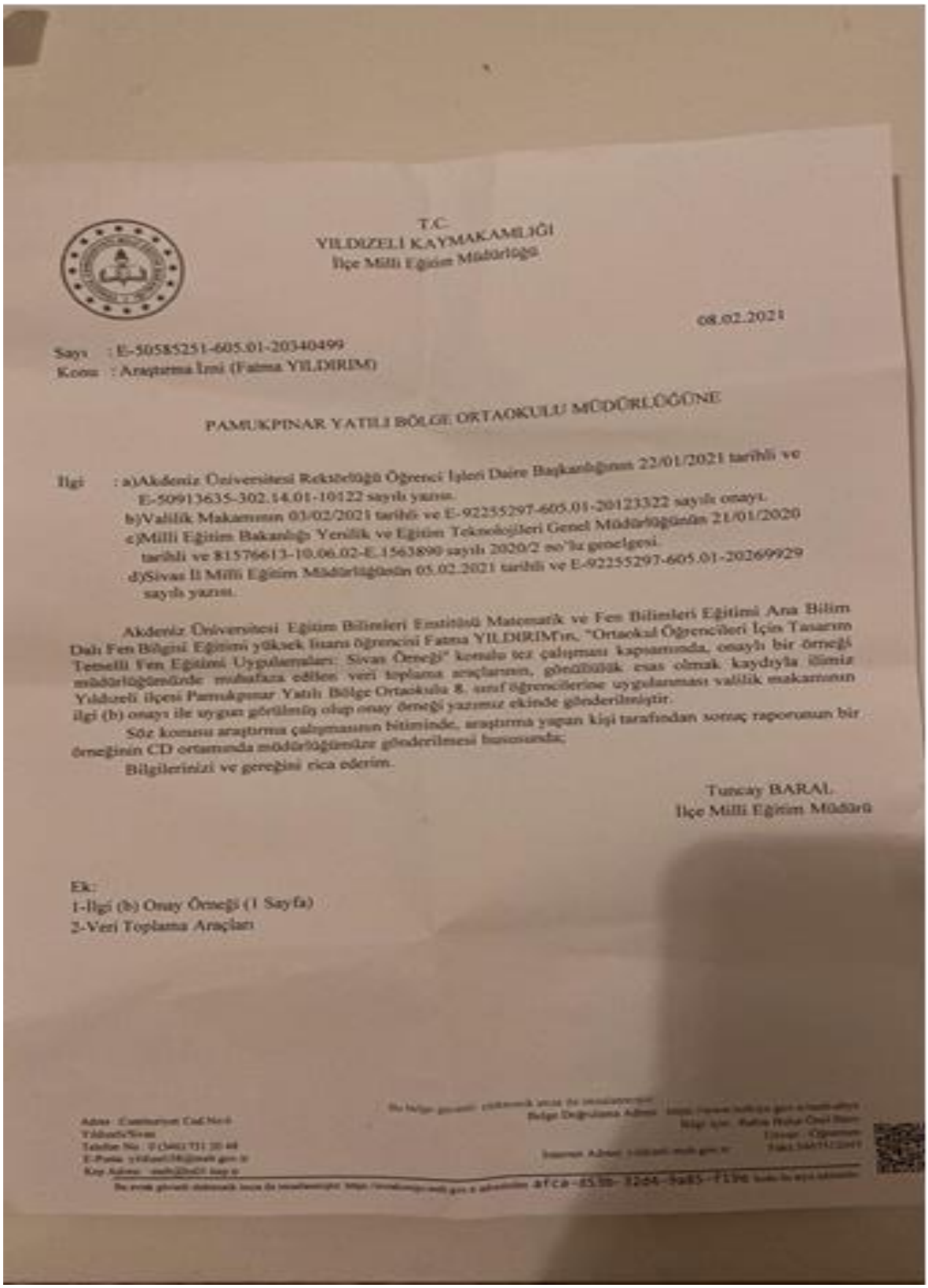
TOPLANTI TARİHİ : 18/09/2020
TOPLANTI SAYISI : 16
KARAR SAYISI : 180

Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi **Doç. Dr. Esme HACIEMİNOĞLU**'nun danışmanlığını, **Fatma YILDIRIM**'ın araştırmacılığını üstlendiği, *"Ortaokul Öğrencileri İçin Tasarım Temelli Fen Eğitimi Uygulamaları: Sivas Örneği"* konulu çalışmanın, fikri hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğun başvurucuya ait olmak üzere, proje süresince uygulanmasının etik olarak **uygun olduğuna** oy birliği ile karar verilmiştir.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Osman ERAVŞAR
Kurul Başkanı

Başkan	**Başkan Yrd.**	**Üye**
Prof. Dr.	**Prof. Dr.**	**Prof. Dr.**
Osman ERAVŞAR	**Bahattin ÖZDEMİR**	**Hilmi DEMİRKAYA**
Üye	**Üye**	**Üye**
Prof. Dr.	**Prof. Dr.**	**Prof. Dr.**
Mustafa ŞEKER	**Adnan DÖNMEZ**	**Abdullah KARAÇAĞ**
Üye		
Prof. Dr.		
Eyyup YARAŞ		

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



T.C.
YILDIZELİ KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

08.02.2021

Sayı : E-50585251-605.01-20340499
Konu : Araştırma İzni (Fatma YILDIRIM)

PAMUKPINAR YATILI BÖLGE ORTAOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : a)Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 22/01/2021 tarihli ve E-50913635-302.14.01-10122 sayılı yazısı.
b)Valilik Makamının 03/02/2021 tarihli ve E-92255297-605.01-20123322 sayılı onayı.
c)Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı 2020/2 no'lu genelgesi.
d)Sivas İl Milli Eğitim Müdürlüğünün 05.02.2021 tarihli ve E-92255297-605.01-20269929 sayılı yazısı.

Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi yüksek lisans öğrencisi Fatma YILDIRIM'ın, "Ortaokul Öğrencileri İçin Tasarım Temelli Fen Eğitimi Uygulamaları: Sivas Örneği" konulu tez çalışması kapsamında, onaylı bir örneği müdürlüğümüzde muhafaza edilen veri toplama araçlarının, gönüllülük esas olmak kaydıyla ilimiz Yıldızeli ilçesi Pamukpınar Yatılı Bölge Ortaokulu 8. sınıf öğrencilerine uygulanması valilik makamının ilgi (b) onayı ile uygun görülmüş olup onay örneği yazımız ekinde gönderilmiştir.

Söz konusu araştırma çalışmasının bitiminde, araştırma yapan kişi tarafından sonuç raporunun bir örneğinin CD ortamında müdürlüğümüze gönderilmesi hususunda;

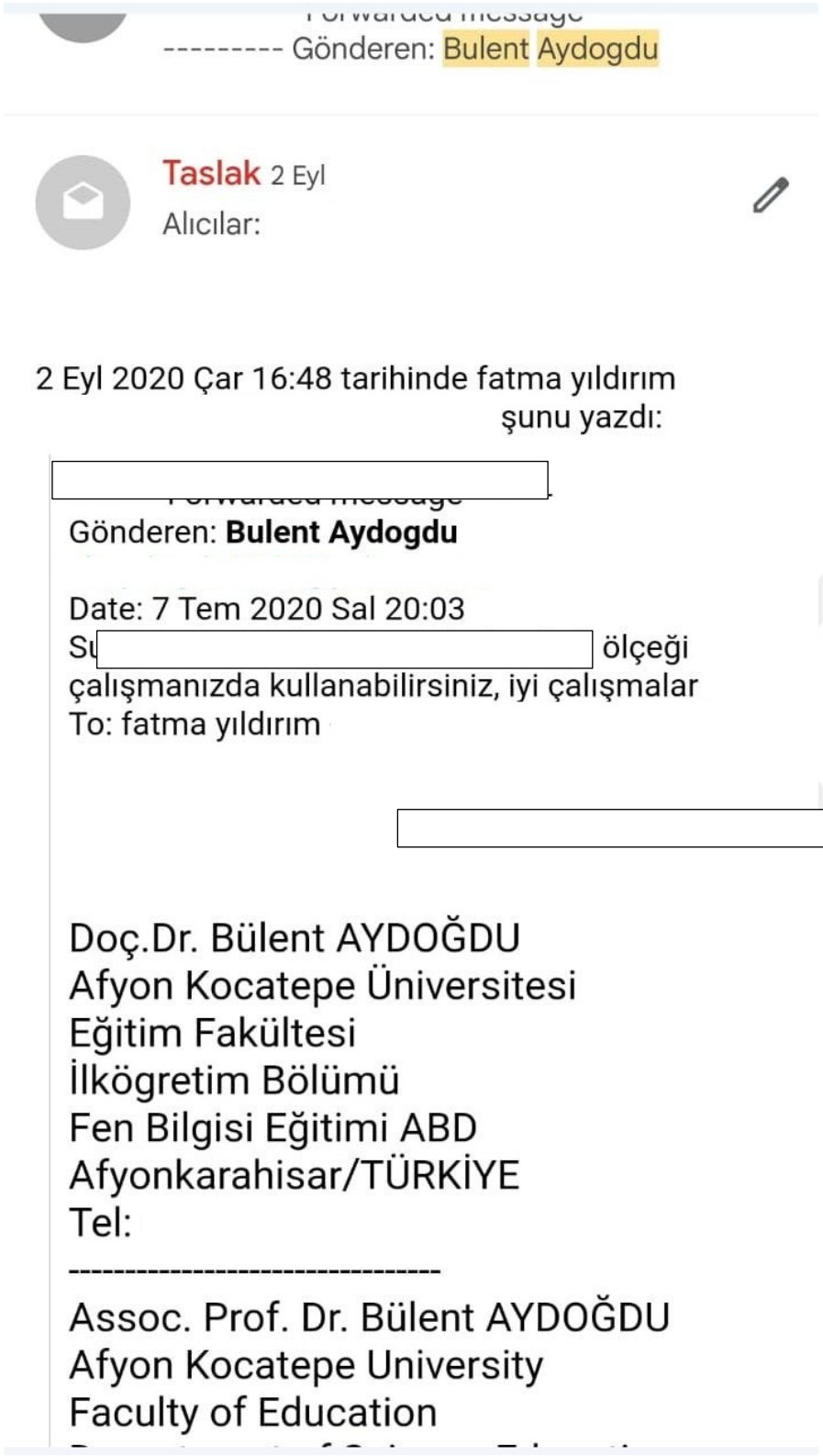
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Tuncay BARAL
İlçe Milli Eğitim Müdürü

Ek:
1-İlgi (b) Onay Örneği (1 Sayfa)
2-Veri Toplama Araçları

Adres : Cumhuriyet Cad No:6
Yıldızeli/Sivas
Telefon No : 0 (346) 731 20 48
E-Posta : yildizeli58@meb.gov.tr
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Adresi : https://www.belge.gov.tr/mdb/ahyb
Belge için : Rafta Hoşuz Özel Sayı
Üniversiteler
Tarihi : 0/Ajansı
Sayısı : 0/Ajansı
İnternet Adresi : yildizeli.meb.gov.tr
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evrakimiz.meb.gov.tr adresinden afca-8538-3264-9a85-f196 kodu ile teyit edilebilir.



--------- Gönderen: Bulent Aydogdu

Taslak 2 Eyl

Alıcılar:

2 Eyl 2020 Çar 16:48 tarihinde fatma yıldırım şunu yazdı:

Gönderen: **Bulent Aydogdu**

Date: 7 Tem 2020 Sal 20:03

Su ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz, iyi çalışmalar

To: fatma yıldırım

Doç.Dr. Bülent AYDOĞDU
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
İlkögretim Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi ABD
Afyonkarahisar/TÜRKİYE
Tel:

Assoc. Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU
Afyon Kocatepe University
Faculty of Education

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Fatma Yıldırım

Doğum Yeri ve Tarihi :

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Akdeniz Üniverisitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği

Yüksek Lisans Öğrenimi:

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetler :

İş Deneyimi

Stajlar :

Projeler :

Çalıştığı Kurumlar : MEB -Pamukpınar Yatılı Bölge Ortaokulu Yıldızeli/Sivas

MEB- Kerimümin Halit Orhan Ortaokulu Yıldızeli /Sivas

İletişim :

e-pasta Adresi :

Tarih :

İNTİHAL RAPORU

10	EROĞLU, Seyide and BEKTAŞ, Oktay. "STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri", Anı Yayıncılık, 2016. Yayın	<%1
11	ejercongress.org İnternet Kaynağı	<%1
12	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1
13	toad.halileksi.net İnternet Kaynağı	<%1
14	dergipark.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
15	Submitted to Eskisehir Osmangazi University Öğrenci Ödevi	<%1
16	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
17	www.eyuder.org İnternet Kaynağı	<%1
18	dspace.balikesir.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
19	www.acarindex.com İnternet Kaynağı	<%1
	journal.acjes.com	

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

☐ Tezim/Raporum sadece Akdeniz Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

Tezimin/Raporumun ..... yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

26.12.2022